

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782 A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. CI

G02F 1/11 H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant:

FUJITSU LTD

(72) Inventor:

KAI TAKETAKA ONAKA HIROSHI SAITO YOSHIHIRO KUBODERA KAZUMASA

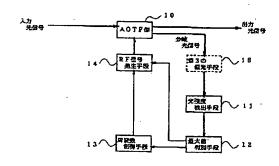
(54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10 to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

9. 9. 8) $^{\circ}$ ∞ 特開2000-241

(11)特許出願公開番号

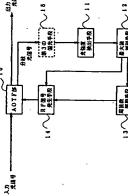
(P2000-241782A) (43)公開日 平成12年9月8日(2000	チーセコート (参考)	1/11 5 0 2 2H079	9/00 U 5K002
	н П	G 0 2 F	H04B
	戴別記号	502	
		1/11	4 B 10/02
	. C1.	2 F	4 B

(51) Int. 00 O H

	審査開水 未請水 請求項の数20	OL	(全35頁)
		, 2200	
(21)出版部分	特閣平11-42082	(71) 出版人 000005223	005223
			富士通株式会社
(22) 出版日	平成11年2月19日(1999.2.19)	44	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
		4	
		(72) 発明者 甲斐	甲斐 雄萬
	•	一	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
		各	富士通株式会社内
		(72)発明者 尾中	阿
		中 中	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
		*	身 富士通株式会社内
		(74)代理人 100072718	072718
		中	弁理士 古谷 史旺 (外1名)
			最格買に続く

(54) 【発明の名称】可変波長選択フィルタおよび分岐・挿入装置

【課題】 本発明は、温度変化や経年変化などのよって 6.所望の波曼の光信号を選択することができる可変被長 **遺択フィルタおよびこの可変故長選択フィルタを使用し** た分岐・挿入装置を提供することを目的とする。 【解決手段】 本発明における可変波長選択フィルタお **置は、RF信号発生手段14によって発生するRF信号** 値を判別する。周波数制御手段13は、この最大値を与 よびこの可変波長選択フィルタを使用した分岐・挿入装 の周波数を最大値判別手段12によって変えながら、A OTF部10によって分岐して出力される光信号の光強 度を光散出手段11によって検出する。 最大値判別手段 1.2 は、この検出値から所定波長の光信号に対する最大 いこよって、正確に所留の波畏の光信号を分岐・挿入す えるRF信号の周波数をAOTF部10に印加する。 ることができる。



路水坝1,2,3,9,10年15年の発用の原理機成

(特許請求の範囲)

と、前記RF債号を印加された第1の光導波路と第2の 듮 光を回転させることで任意の波長の光を選択し第1の出 尊彼する第1の光導波路とTEモード光を導破する第2 光導波路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し 加するRF債号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 カとし、他の被長の光は第2の出力とする可変故長選択 【請求項1】 光入力をTMモード光とTEモード光と こ分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を の光導波路とにRF偕号を印加するRF倡号印加手段 て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、 フィルタにおいて、

前記可変波長選択フィルタからの出力の光強度を検出す 前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、

前配RF信号発生手段により発生する前配RF信号の周 波数を変えながら前記光強度検出手段から前記光強度を 受信して所定故長の光信号に対する前記光強度の最大値 を判別する最大値判別手段と、 る光強度検出手段と、

前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数のRF信号を発生するように前配RF信 号発生手段を制御する周波数制御手段とを備えることを 特徴とする可変故長選択フィルタ。

請求項1に記載の可変波長選択フィルタ は故長分割多重方式の光倡号を伝送する光伝送路に接続

1114

定波長の光信号に対する前記光強度の第1の最大値を判 前記最大値判別手段は、前記RF信号発生手段により発 ながら前記光強度検出手段から前記光強度を受信して所 別し、さらに、眩第1の最大値を与える前記RF信号の 周波数の前後の周波数範囲において前配RF信号の周波 数を前記第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔で 変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信し て前配所定被長の光信号に対する前配光強度の第2の最 大値を判別する最大値判別手段であることを特徴とする 生する前配RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変え 可変波長選択フィルタ。

【請求項3】 請求項1に記載の可変改長選択フィルタ において、 前記特定波長の光信号を変更する度に、前記周波数制御 手段は、前配特定故長の光倡号における光強度が最大値 となるように前記RF信号の周波数を制御することを特 做とする可変故長選択フィルタ。

て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 と、前配RF信号を印加された第1の光導波路と第2の に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 導波する第1の光導波路とTEモード光を導波する第2 光導放路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し 【請求項4】 光入力をTMモード光とTEモード光と の光導波路とにRF偕号を印加するRF債号印加手段

特開2000-241782

3

•

加するRF信号の周波数に応じて特定故長の光信号の偏 カとし、他の波長の光は第2の出力とする可変波長選択 光を回転させることで任意の波長の光を選択し第1の出 前配RF信号を発生するRF信号発生手段と、 フィルタにおいて、

前記可変波長選択フィルタの該光入力側に接続され、該 光入力内の光信号の故畏を除いた故長であって眩眩長数 が既知である基準信号を前配光入力に挿入する基準信号 **挿入手段と、** 前記可変波長選択フィルタから出力される前記基準信号 を検出する基準信号検出手段と 2

司波数を変えながら前記基準債号検出手段が前記基準債 号を検出した場合における前配R F 信号の周波数と前記 基準債号の被長数とに基づいて前配可変波長選択フィル 前記RF偕号発生手段によって発生する前記RF信号の タに入力される光信号の波長数とRF信号の周波数との 関係を演算する周波数演算手段とを備え、

所定被長の光信号を選択するために前記周波数演算手段 によって演算されたRF倡号の周波数を印加することを 【請求項5】 請求項4に記載の可変被長選択フィルタ 特徴とする可変被長選択フィルタ。

8

前記基準信号の波長数は、前記光信号を伝送する波長帯 域の端の改長数であることを特徴とする可変被長退状フ 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 導放する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 の光導波路とにRF債号を印加するRF債号印加手段 [請水項6]

と、前配RF債号を印加された第1の光導波路と第2の て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 光を回転させることで任意の故長の光を避択し第1の出 光導波路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し 加するRF債号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 カとし、他の波長の光は第2の出力とする可変波長選択 フィルタにおいて、 30

前記可変波長選択フィルタの眩光入力側に接続され、眩 光入力内の光信号を含む波長帯域を増幅する光増幅器

前配可要波長選択フィルタの出力側に接続され、前配可 変被長退択フィルタから出力される光信号の設長と販波 前配RF信号を発生するRF信号発生年段と、 ę

転させる既知の周波数の前配RF伯号を発生させ、前配 スペクトルモニタからのASEの彼長を検出する故長判 前配光増幅器で発生したASE内の特定波長の偏光を回 長における光強度とを監視するスペクトルモニタと、 即手段と、

前記被長判別手段によって判別されたASEの被長と前 **配既知の周波数とに基づいて前配可変波長選択フィルタ** によって挿入および分岐される光信号の改長数とRF信

号の周波数との関係を資算する周波数資算手段とを備

所定改長の光信号を挿入および分岐するために前配周波 **放資菓手段によって資算されたRF信号の周波数を印加** することを特徴とする可変改長選択フィルタ。

印加するRF信号の周波数に応じて特定 放長の光信号を選択する可変被長選択フィルタにおい [請求項7]

前配可変数長選択フィルタに印加する前配RF信号を発 生するRF信号発生手段と

2

前記可変波長選択フィルタから出力される光信号の故長 と該故長における光強度とを監視するスペクトルモニタ 前記RF偕号発生手段によって発生するRF偕号の周波 数を監視するとともに前記スペクトルモニタから出力さ れる波長数と前配RF信号の周波数とに基づいて前配可 変嵌長選択フィルタによって選択される光信号の波長数 とRF信号の周波数との関係を演算する周波数演算手段 所定故長の光信号を選択するために前記周波教演算手段 によって演算されたRF信号の周波数を印加することを 特徴とする可変彼長選択フィルタ。

ルタであり、

8

【請求項8】 入力をTMモード光とTEモード光とに 前記第1の偏光手段によって分岐したTMモード光を導 分岐する第1の偏光手段と

被する第1の光導波路に第1のRF信号を印加する第1 のRF信号印加手段と、

並する第2の光導波路に第2のRF信号を印加する第2 前配第1の偏光手段によって分岐したTEモード光を導 のRF信号印加手段と

前記第2のRF債号を印加された前記第2の光導波路と 前配第1のRF信号を印加された前配第1の光導波路と からの光信号を合波するとともに光の偏光状態に対応し て第1と第2の出力に分岐する第2の偏光手段とを備え

し、他の改長の光は第2の出力として出力する可変改長 前記第1のRF信号の周波数および前記第2のRF信号 の周波数とに応じた特定改長の光信号を第1の出力と 選択フィルタ。 【請求項9】 請求項1に記載の可変波長選択フィルタ こおいて

\$

分岐したTMモード光にRF債号を印加する第1のRF 前記RF信号印加手段は、前配第1の偏光手段によって **信号印加手段と前記第1の區光手段によって分岐したT** Eモード光にRF信号を印加する第2のR F 信号印加手 段との2つのRF債号印加手段であり、

前記RF信号発生手段は、前記第1のRF信号印加手段 と前記第2のRF倡号印加手段とに異なる周波数のRF **信号を供給するRF信号発生手段であることを特徴とす** る可変被長選択フィルタ。

請求項9に記載の可変故長選択フィル [請求項10]

前記可変波長選択フィルタにより選択して出力される光 **11月をTMモード光とTEモード光とに分岐する第3の** 届光手段をさらに備え、 前記光強度後出手段は、前記第3の偏光手段から出力さ の光強度検出手段であることを特徴とする可変波長選択 れるTMモード光の光強度を検出する第1の光強度検出 手段と前記第3の偏光分岐手段から出力されるTEモー ド光の光強度を検出する第2の光強度検出手段との2つ

[請求項11] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 前記RF債号に低周波信号を重畳する重畳手段と 1項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

前記可変嵌長選択フィルタから出力される光信号から前 記低周波信号を検出して前配所定波長の光信号の光強度 が最大値に維持されるように前記RF信号発生手段を制 **卸するトラッキング手段とをさらに備えることを特徴と**

[請水項12] 請水項11に記載の可変波長選択フィ する可変故長選択フィルタ。

前記トラッキング手段によって制御される前記RF信号 発生手段が発生するRF信号の周波数は、前記被長分割 多重方式の光信号間隔に対応するRF信号の周波数の範 田内で変化することを特徴とする可変波長遊択フィル

1項に配載の可変被長輩択フィルタは同一基板上に複数 請求項1、4、6、7、8のいずれか [請求項13] 形成され、

る温度制御手段を有することを特徴とする可変故長避択 複数の前配可変被長選択フィルタの温度を同一に制御す ಜ

[請求項14] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 1項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

手段により発生する前配RF信号の出力強度を変えなが ら前配光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出 して眩所定波長の光信号に対する前配光強度の最大値を 前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数の前記RF信号を発生するように前記R F信号発生手段を制御するとともに、前紀RF信号発生 判別する強度最大値判別手段とをさらに備え、

前記周波数制御手段は、前記最大値判別手段によって判 別された光強度の最大値を与える周波数と前配強度最大 値判別手段によって判別された光強度の最大値を与える 出力強度との前配RF信号を発生するように前配RF信 号発生手段を制御することを特徴とする可変波長選択フ 1173

故数に応じて特定故長の光信号を分岐及び挿入する可変 [開水項15] 放長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF債号の周

する前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、前記 可変故長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処 理する受信処理手段と、前配可変故長選択フィルタに挿 入する光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐 故長遺択フィルタと、前配可変改長選択フィルタに印加 ・ 挿入装置において、 前記可変波長選択フィルタは、n個の光信号を分岐また (n+1) 個であることを特 前記RF信号発生手段は、 は挿入することができ

[請求項16] 故長分割多重方式の光信号を伝送する 散とする分岐・挿入装置。

可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波 号を選択する第2の可変故長選択フィルタを備えるとと もに腋第2の可変波長選択フィルタによって選択された 複数の彼長を持つ光から所定彼長の光を選択する第3の 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 変調して前記第1の可変故長選択フィルタに挿入する光 信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周 の可変波長選択フィルタと、前配第1の可変波長選択フ イルタによって分岐した光信号の中から所定故長の光信 故数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1 前記所定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 阿においた、

前記第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 頃に記載の可変波長選択フィルタであることを特徴とす 5分岐・挿入装置。

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 変隅して前記第1の可変故長選択フィルタに挿入する光 [請求項17] 故長分割多重方式の光信号を伝送する 政数に応じて特定政長の光信号を分岐及び挿入する第1 の可変波長選択フィルタと、前配第1の可変波長選択フ イルタによって分岐した光信号の中から所定故長の光信 号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと もに眩第2の可変改長選択フィルタによって選択された 複数の故長を持つ光から所定故長の光を避択する第3の 可変波長選択フィルタを備えるとともに眩第 3の可変波 長階択フィルタによって選択された前配所定被長の光を **信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装** 前配所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 聞において、

6、7、8のいずれか1項に記載の可変改長選択フィル タであって版開求項1、4、6、7、8の可変波長選択 フィルタを複数個擬続に接続したことを特徴とする分岐 前記第1の可変波長選択フィルタは、請求項1、4、

請求項1、または請求項2に記載の可変 皮長選択フィルタと、 [請來項18]

分岐・挿入する分岐・挿入 (Optical Add/Drop Multipl

ಜ

変化する前記RF信号の周波数と駿周波数に対する前記

光強度検出手段によって検出された光強度とを記憶する 特開2000-241782 3

【請水項19】 請水項18に配数のスペクトルモニタ 記憶手段とからなるスペクトルモニタ。 において、

ともに隊光信号を遮断する遮断手段をさらに備えること 前記送出すべき光信号を出力する出力側に接続されると を特徴とするスペクトルモニタ。

複数の眩長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の 信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 可変彼長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変被 **変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光** [請求項20] 故長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF債号の周 **被数に応じて特定改長の光信号を分岐及び挿入する第1** の可変波長選択フィルタと、前配第1の可変波長選択フ ィルタによって分岐した光信号の中から所定改長の光信 **号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとと** もに豚類2の可変液長選択フィルタによって選択された 長遊択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 前配所定改長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 2 2

Ĺ,

前記第1ないし第3の可変改長選択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項18または請求項19に配載のス ペクトルモニタであって、

置において、

前配第1ないし第3の可変被長選択フィルタのうち少な たはスペクトルモニタとして使用するかを制御する選択 くとも1つを可変故長選択フィルタとして使用するかま **制御手段とをさらに備え**

タとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・挿 前配第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な くとも1つは、可変故長選択フィルタとスペクトルモニ

[発明の詳細な説明]

[0001]

ĺ

[発明の属する技術分野] 本発明は、光通信ネットワー クに使用される光通信機器において、温度変化や経年変 イルタを使用した分岐・挿入装置に関する。将来のマル チメディアネットワークの構築を目指し、超長距離でか つ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化 を実現する方式として、被長分割多重 (Wavelength-div に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の 各地点において必要において光信号を通過・分岐・挿入 化などによっても所留の彼長の光信号を選択することが できる可変被長選択フィルタおよびこの可変被長選択フ 方式が、光ファイバの光帯域・大容量性を有効利用でき する機能、光伝送路を選択する光ルーティング、クロク コネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・ ision Wlutiplexing、以下、「WDM」と略配する。) るなどの有利な点から研究開発が進められている。特

2 して、避択する故長が固定であるファイパーグレーティ DM装置と任意波長の光信号を分岐・挿入することがで きる任意波長型のOADM装置がある。一方、音響光学 通過する光信号に対する故長特性はフラットである。そ いて光信号を分岐・挿入する局であるトリビュータリ局 における波長選択フィルタとしても使用することができ exer) (以下、「OADM」と略記する。) 装置が研究 朋発されている。このOADM装置は、固定波長の光信 号のみを分岐・挿入することができる波畏固定型のOA **彼長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを** ングと異なり、任意に被長を選択することができる。さ らに、可変波長選択フィルタでもあるので、端局間にお る。このような理由により、AOTFを使用したOAD チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filte r) (以下、「AOTF」と略記する。) は、選択する M装置が研究開発されている。

すニオブ酸リチウムの基板に2本の光導波路201、2 02を形成する。これら光導波路201、202は、互 いに2箇所で交叉しており、これら2つの交叉する部分 図である。図20において、AOTFは、圧電作用を示 [従来の技術] 図20は、従来のAOTFの構成を示す に偏光ピームスプリッタ (Polarization Beam Splitte r) (以下、「PBS」と略配する。).203、204 が散けられている。

[0002]

Iransducer) (以下,「IDT」と略配する。) 205 にRF債号を印加することによって発生する弾性表面波 2本の光導被路201、202上には、金属膜のSAW ガイド206が形成されている。このSAWガイド20 6には、櫛を交互にかみ合わせた電極 (Inter Digital [0003]また、2つの交叉する部分の間において、 (Surface Acoustic Wave) が伝搬する。

ち、この屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長の ードとTMモードとが混在した光であるが、PBS20 F債号を印加することにより弾性表面改がSAWガイド 206に沿って伝版すると、SAWガイド206と交叉 している部分において2つの光導波路201、202の [0004] このAOTFに入力する入力光は、TEモ 3によってTEモードとTMモードに分かれて光導波路 て、この入れ替わった光は、PBS204によって進行 方向が変わり、相互作用をした故畏の光のみが、分岐光 として選択され、相互作用をしなかった改長の光は、透 201、202を伝搬する。ここで、特定の周波数のR 屈折率は、周期的に変化する。このため、入力光のう 光のみTEモードとTMモードとが入れ替わる。そし 過して出力光となる。

を超こし、特定の波長のみが各モードが入れ替わり、進 [0005] 一方、挿入される挿入光も同様に、PBS 203によってTEモードとTMモードとに分かれて光 導波路201、202を進行し、弾性装面波と相互作用

の周波数を変化させることによって選択される光の波長 を変えることができるから、可変液長選択フィルタとし AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを **毀択して分岐させることができ、さらに、このRF信号 行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、** て作用する。

[0006] なお、本明細番において、図20に示すニ オブ酸リチウムの基板上に形成された光を分岐・挿入

(通過) する本体部分をAOTFまたはAOTF部と称 し、この本体部分に光を分岐・挿入(通過)させるため の周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変波 は、このAOTFをOADM装置に使用した発明につい は、任意波長の光を分岐・挿入することができるから、 て特顧平10-090383号として既に出願してい 長選択フィルタと称することとする。また、AOTF OADM装置に使用することができる。本特許出願人

する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いた OADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21 に示すOADM装置は、8つの故長の光信号を分岐して **信号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つ** い。また、光信号を生成する各構成も、各々同一である ので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示し [0007] 次に、この未公開である特願平10-09 0383号に記載されているOADM装置について説明 受信処理することができ、8つの波長の光信号を生成し て挿入することができる場合を示している。ここで、光 の構成を示し、残りの構成は、省略して図示していな いない

がって、分配された分岐光信号の各々には、AOTF部 210によって分岐したすべての波長の光信号が含まれ RF信号の周波数に対応する被長の光信号が、AOTF この分岐光信号は、光を増幅する光アンプ217によっ て増幅された後、1×8光カプラ218に入力する。こ の1×8光カプラ218によって分岐光信号は、8つに 分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。した ている。このためAOTF部219によって、光受信機 220が受債処理する波長の光信号のみが選択され、光 [0008] 図21において、WDM光信号は、AOT F部210に入力され、AOTF部210に印加された 部210の分岐ポートから分岐光信号として分岐する。 受信機220により受信処理される。 8

「LD」と略記する。)211は、挿入すべき光信号の 50 合故し、この合政した光を8つに分配して分岐する。分 【0009】一方、挿入される挿入光信号は次のように 号の数だけ、図21では、8つ用意されている。これら 8つのLDからのレー扩光は、8×8光カプラ212に 入力する。8×8光カプラ212は、8つの改長の光を 放長に対応する故長のレーザ光を発光し、偉入する光信 して生成される。光顔となるレーザダイオード(以下、

の故長の光が多重する光の中から挿入光信号に使用した、 で挿入光信号を生成する。生成した挿入光信号は、AO **岐した光は、光アンプ213によって増幅された後にA** OTF部214に入力する。AOTF部214は、8つ い故長の光を選択して出力する。AOTF部214によ この8×1光カプラ216は、各政長の光信号を合政し h、光信号となり、8×1光カブラ216に入力する。 って選択された光は、光変調器215によって変調さ TF部210に挿入ポートに入力される。

10が所望の改長の光信号を分岐するだけでなく、分岐 WDM光信号として出力される。このように、AOTF は、OADM装置のWDM信号を通過・分岐・挿入する [0010] 梅入光信号は、上述のようにAOTF即2 した波長と同一の波長の光信号を挿入するので、AOT F部210によって樺入され、分岐しないで通過するW DM光信号とともにAOTF部210の出力ポートから 部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受 信処理する部分に使用される。

て図示していない。さらに、図21と同一の構成につい [0011] 図22は、図20に示すようなAOTF部 していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同 一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略し る。図22に示すOADM装置は、8つの改長の光信号 を分岐して受信処理することができ、8 つの故畏の光信 ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であ るので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示 号を生成して挿入することができる場合を示している。 を用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図であ ては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0012] 図22において、WDM光信号は、光カブ する。そして、この1×8光カブラ218によって8つ 理する故長の光信号のみが選択され、光受信機220に ラ230に入力され、この光カプラ230によってWD M光信号は、2 つに分岐する。分岐したWDM信号の一 方は、AOTF部231に入力し、他方は、光アンプ2 17に入力する。この他方のWDM光信号は、光アンプ 217によって増幅され、1×8光カプラ218に入力 に分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。こ のAOTF部219によって、光受信機220が受信処 より受信処理される。

[0013] 一方、AOTF部231に入力したWDM 光信号は、受信処理する部分のAOTF部219と同一 の光信号であってWDM光信号の偶数(奇数)のチャネ ルの光信号を選択し、何処にも接続していない選択ポー トに出力する。したがって、AOTF部231によって 選択された波長の光信号は、捨てられる。AOTF部2 31を通過したWDM光值号は、AOTF師232に入 る部分のAOTF部219と同一の光信号であってWD カナる。このAOTF的232においても、受信処理す M光信号の奇数(函数)のケャネルの光信号を選択し、

特開2000-241782

9

て、AOTF部232を通過したWDM光信号は、光カ 何処にも接続していない選択ポートに出力する。そし プラ233に入力する。

おいてWDM光信号の偶数(奇数)番目の光信号を選択 【0014】ここで、AOTF部231、232を2段 に縦綿に接続したのは、AOTFの改長遊択特性の幅が 0.8 nm関隔の波長の隣り合う光信号を1つのAOT Fで分岐しようとすると、クロストークが発生してしま うためである。このため、1段目のAOTF部231に させ、2段目のAOTF部232においてWDM光信号 とができる程度にクロストークを減少させることができ の奇数(偶数)番目の光信号を選択させて、受信するこ 広く、「ITU-T G.692勧告」で規定される

た挿入光信号は、光カプラ233に入力され、AOTF [0015]また、挿入される挿入光信号は、図21と 同様に生成されるので、その説明を省略する。生成され **导と合波され、WDM光信号として光伝送路に送出され** る。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信 部231およびAOTF部232を通過したWDM光信 号を通過・分岐・挿入する部分、挿入光信号を生成する 部分および分岐光信号を受信処理する部分に使用され 20

[0016]

は、上述のようにRF信号の周波数に応じた波長の光の **11号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択波長が** みを選択して分岐させることができるが、選択改長に対 する温度依存性が高い。具体的には、同一周波数のRF 【発明が解決しようとする課題】ところで、AOTF 0. 8 nm (100GHz) 変化する。 30

[0017] このため、AOTFを使用したOADM数 対し隣の波長の光信号を選択してしまい問題である。ま た、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温 度に管理することは難しいことから、同一波長を選択す るためにすべてのAOTFに同一周波数のRF信号を印 加しても同一故長の光信号を選択できないという問題が 置において、0.8ヵm関隔で波長が配置されているW DM光倡号では、選択しようとしている波長の光倡号に

年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上 [0018] さらに、このRF信号によって選択される 故長は、AOTFの製造にともなう素子のパラツキや経 ことによって制御していることから偏波が変化すると選 ドとTMモードとに分離し弾性表面放と相互作用させる 並のようにAOTFにおける波長避択は、光をTEモ-**吹される波長が変化するという問題がある。**

[0019] さらに、AOTFは、印加するRF信号の においてAOTFによって選択ポートに出力される光の 入力強度によって選択される光の強度が変化するという 問題もある。このことは、図22のようなOADM装置

麹度が変化することになる。仮に、RF信号の入力強度 択されないから、選択ポートに出力することによって光 髙号を遮断する場合には、AOTFで遮断すべき光信号 が適当ではない場合には選択ポートに充分に光信号が選 を充分に遮断(リジェクト)できないという問題とな

ることができる可変故長選択フィルタを提供することを の発明では、AOTFで使用することに好適な、温度変 化や経年変化などが生じても所定波長の光信号を選択す 目的とする。請求項14に記載の発明では、AOTFで 使用することに好適な、温度変化や経年変化などが生じ ても所定波長の光信号を充分に遮断することができる可 【0020】そこで、請求項1ないし請求項13に記載 変波長選択フィルタを提供することを目的とする。

4ルタを利用することによってOADM装置などに利用 [0021] 請求項15ないし請求項17に記載の発明 では、温度変化や器年変化などが生じても所定被長の光 **信号を分岐・挿入することができるOADM装置を提供** では、請求項1または請求項2に配做の可変被長選択フ することを目的とする。請求項18、19に記載の発明 [0022] 請水項20に記載の発明では、請水項1ま たは請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用する ことによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOA されるスペクトルモニタを提供することを目的とする。 DM装置を提供することを目的とする。

9, 10) 図1は、請水項1, 2, 3, 9, 10に配載 [課題を解決するための手段] (請求項1,2,3, の発明の原理構成を示す図である。

年段12、周波数制御手段13およびRF信号発生手段 強度検出手段 1 1 との間にある破線で示した第3の偏光 の構成要件であり、請求項1,2,3,9に記載の可変 は、AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別 14から構成されている。ここで、AOTF部10と光 手段18は、請求項10に記載の可変改長選択フィルタ [0024] 図1において、本可変改長遊択フィルタ 彼長選択フィルタの構成要件ではない。

RF信号の周故数に応じて特定故長の光信号を分岐およ 信号を合放するとともにRF倡号に対応した故長の光信 このAOTF部10は、請水項1,2,3に配載の可変 債号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第1の ルタの原理について説明する。入力光信号は、印加する 波長選択フィルタにおいて、具体的には、受光した光信 身と挿入すべき光信号とを合故するとともに合政した光 個光手段と、分岐したTMモード光を導放する第1の光 F信号を印加するRF信号印加手段と、このRF信号を 印加された第1の光導波路と第2の光導波路とからの光 導波路とTEモード光を導液する第2の光導波路とにR 【0025】まず、請水項1に記載の可変波長選択フィ び挿入することができるAOTF部10に入力される。

号と他の波長の光信号とに分岐する第2の偏光手段とを 備えて構成される。 【0026】この第1および第2の光導改路に印加され R F 信号発生手段14は、最大値判別手段12および周 破数制御手段13によってその周波数が制御される。ま た、AOTF部10によって選択された光信号は、その 光強度を検出する光強度検出手段11に入力し、光強度 は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送 **るRF信号は、RF信号発生手段14によって発生し、** 検出手段11の出力は、最大値判別手段12に入力す る。一方、AOTF部によって選択しなかった光信号

るが、WDM信号の場合には、ある閾値以上の極大値の 【0027】この最大値判別手段12は、RF信号の周 **破数を変えながら光強度検出手段11から光信号の光強** 度を受信して、所定故長の光信号に対する光強度の最大 値を判別し、この最大値を与えるRF信号の周波数を周 は、光伝送路中に1故しかない場合は、容易に判別でき 数と所定被長の光信号のチャンネル(以下、「ch」と 略記する。)数とを対応させて判別する。例えば、所定 **改長の光信号がch3である場合には、3番目の極大値** 故数制御手段13に出力する。この所定改長の光信号 が所定波長の光信号の極大値である。

[0028] 周波数制御手段13は、所定改長の光信号 に対して光強度の最大値を与える周波数のRF信号を発 うな構成の請求項1に記載の可変改長選択フィルタにお いては、最大値判別手段12によって所定波長の光強度 のため温度変化などにより特定波長を分岐・挿入するR 生するようにRF信号発生手段14を制御する。このよ が最大値となるようにRF信号の周波数を制御する。こ に、特定波長の光倡号を分岐・挿入することができる。 F信号の周波数がずれたとしても補償されるので、常 8

【0029】なお、可変故長選択フィルタによって選択 する光信号の特定波長とそのために適正なRF信号の周 故数を探すための光信号の所定故長とは、同一の故長で も異なる波長でもよい。後述するように、RF信号の周 **数と選択波長との関係は、温度が変化しても常に一定** の関係があるから、所定被長を選択するRF信号の周波 数が判れば、特定故長を選択するRF信号の周波数も判 るからである。この場合には、周波数制御手段13にお いて所定故長を選択するRF債号の周波数と特定故長を **幽択するRF信号の周波数との対応付けを行う。**

ルタの原理について説明する。請求項2に記載の可変波 長選択フィルタにおいては、上述の最大値判別手段12 は、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら て、この所定被長の光信号に対する光強度の第1の最大 値を判別する。さらに、この第1の最大値を与えるRF 【0030】 太に、 開水項2に記載の可変波長選択フィ 光強度検出手段11によって所定波長の光信号を検出し

佐数をその第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔 で変えながら光強度検出手段11によって所定被長の光

化させて所定故長に対する最大値を大锋把に探す。その 後、その最大値を与えるRF信号の周波数に対して、前 1に記載の可変波長選択フィルタに較べより速くしかも 信号を検出して、所定被長の光信号に対する光強度の第 2の最大値を判別する。そして、この第2の最大値を与 [0031] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 **数長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** このように初めにRF信号の周波数を広い間隔で変 後の周波数範囲で、RF信号の周波数を狭い間隔で変化 め、請求項2に記載の可変改長選択フィルタは、請求項 より正確に最大値を判別することができるから、より遠 えるRF信号の周波数を周波数制御手段13に出力す させて所定故長に対する最大値を正確に探す。このた

ルタの原理について説明する。 請求項3に記載の可変故 ける光強度が最大値となるようにRF債号の周波数を制 に、周波数制御手段13は、この特定波長の光信号にお [0032] 次に、請求項3に配数の可変改長選択フィ 長選択フィルタは、請求項1に記載の可変被長選択フィ ルタにおいて、特定故長の光信号の選択を変更する度

こ、特定波長の光信号を選択するRF信号の周波数を探 号を選択することができる。次に、請求項9に記載の可 変数長選択フィルタの原理について説明する。請求項9 [0033]このように特定波長の光信号を選択する度 すから、温度変化などによって特定波長を選択するRF **信号の周波数がずれたとしても、正確に特定波長の光信** に記載の可変波長選択フィルタにおいて、AOTF部1 0は、RF信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF **間号を印加する第1のRF個号印加手段と第2の光導数** 路に第2のRF信号を印加する第2のRF信号印加手段 は、それら第1のRF信号印加手段と第2のRF信号印 **如手段とに異なる周波数のRF信号を供給するように構** とで構成する。これに対応してRF信号発生手段14

[0034] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 光導波路を進行し、弾性表面波と相互作用を起こし、特 定波長の各モードが入れ替わることによって、特定波長 の光を選択する。このとき、TEモードをTMモードに 入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをTE モードに入れ替える最適なRF債号の周故数とは、互い **皮長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** る。一般に、AOTFは、【従来の技術】の項において 説明したように、TEモードとTMモードとに分かれて

[0035] このため、請求項9に配載の可変被長選択

特開2000-241782 フィルタの構成とすることにより、各モードに対し最大 値判別手段12において個別にRF信号の周波数を変化 させることができ、その結果に基づいて各モードに対し 開水項1に配載の可変故長選択フィルタに較べより正確 異なる周波数のRF信号を印加することができるから、

8

に特定故長の光信号を選択することができる。

イルタの原理について説明する。請求項10に記載の可 る。これに対応してRF信号発生手段14は、それら第 [0036] 次に、請水項10に配載の可変被長選択フ 変改長選択フィルタにおいて、AOTF部10は、RF **信号印加手段を第1の光導放路に第1のRF信号を印加** する第1のRF信号印加手段と第2の光導被路に第2の RF信号を印加する第2のRF信号印加手段とで構成す 1のRF信号印加手段と第2のRF信号印加手段とに異 なる周波数のRF信号を供給するように構成する。

[0037] また、上述したようにAOTF部10と光 る。この第3の偏光手段18は、AOTF部から選択し て出力される光信号をTMモードとTEモードとに分岐 して光強度検出手段11に出力する。これに対応して光 強度検出手段11は、第3の偏光手段18から出力され るTMモードの光強度を検出する第1の光強度検出手段 と第3の偏光手段18から出力されるTEモードの光強 強度検出手段11との関に第3の偏光手段18を設け

ន

くしかもより正確に特定故長の光信号を選択することが

度を検出する第2の光強度検出手段との2つの光強度検

出手段で構成する。

(` `

変数長選択フィルタは、正確に特定故長の光信号を選択 [0038] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 故長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。このように構成することにより、TMモード、TE モードの各モードに対し個別に光強度検出手段11を備 えているので、TEモードに対し最適なRF信号の周波 数とTMモードに対し最適なRF債号の周波数とを独立 に探すことができる。そのため、請求項10に記載の可 することができる。

は、請求項10に記載の可変改長選択フィルタが有効で あるが、最適なRF信号の周波数を探すための時間より も高速に偏光が回転している場合には、上述のようにT EモードとTMモードとを分離して各光強度を検出して 最適なRF信号の周波数を探していたのでは、個光の回 転に追随できない。この場合には、請水項9に記載の可 Ş

[0040] ここで、翻水項1, 2, 3, 9, 10に記 借号がある場合には、挿入光備号もAOTF部10に入 **載の可変波長選択フィルタにおいて、挿入すべき挿入光** 力され、AOTF部10においてRF信号による弾性表 面波と相互作用をして出力光信号として光伝送路に出力 変故長選択フィルタの方が有利である。

50 水項6に配載の可変波長選択フィルタに共通な事項につ (請求項4ないし請求項6) 初めに、請求項4ないし請

信号の周波数の前後の周波数範囲においてRF信号の周

91

9

12

Xは、温度aにおけるRF信号の周波数と選択改長との 関係を示すグラフであり、直線Yは、温度もにおけるR 加されるRF信号の周波数である。図2において、直線 [0041] 図2は、温度変化に対するRF倡号の周波 μ m 単位で表示した A O T F によって 過択される 選択波 長であり、横軸は、MH2単位で表示したAOTFに印 数と選択波長との関係を示す図である。図2の縦軸は、

2に示すように直線Xと直線Yの傾きは、温度変化に対 して一定である。すなわち、単位RF信号の周改数変化 [0042] このように、AOTFは、RF信号の周故 長も、変化する。上述したように、1 ℃の温度変化に対 し0.8ヵmだけ選択被長は、シフトする。しかし、図 数が同一の場合において、その温度が変化すると選択波 に対する選択波長変化は、温度変化に対じて一定であ

らず、すべてのAOTFに共通の事実である。請求項4 ないし請求項6に記載の可変波長選択フィルタは、特定 選択波長との関係は、直線であってしかも温度変化に対 の温度においてRF信号の周波数と選択波長との関係が 【0043】この事実は、請水項4ないし請水項6に限 改長を選択する際に、この物理現象を利用して温度変化 してその傾きが一定であるので、特定故長を選択する際 いずれか一点だけ判れば直線が引けるから、その温度に よって、特定波長を選択するRF信号の周波数も判るこ を補償するものである。すなわち、RF信号の周波数と おける任意の被長を選択するRF債母の周波数が判る。

号発生手段24から構成される。まず、請求項4に配破 フィルタについて説明する。図3は、請求項4,5に記 イルタは、基準債号挿入手段20、AOTF削10、基 **地信号検出手段21、周波数演算手段23およびRF信** の可変波長選択フィルタの原理について説明する。入力 光倡号は、この入力光信号の波長を除いた波長であって **載の発明の原理構成を示す図である。図4は、基準信号** [0045] 図3および図4において、本可変長避択フ その波長数が既知である基準倡号を入力光倡号に揮入す (b) は、基準信号が2つである場合を示す図である。 は、基準信号が1つである場合を示す図であり、図4 とWDM光信号との関係を示す図である。図4(a) る基準債号揮入手段20に入力される。

[0046] ここで、基準信号は、図4 (a) に示すよ うに、32故のWDM光信号の信号改長帯から離れた位 1の外側の波長に1つ配置される。もちろん、c h 1の 外側の波長に配置する代わりに基準信号を破線で示すよ 盥であってチャンネル (以下、「ch」と略記する。) うにch32の外側の波長に1つ配置してもよい。ま

た、基準信号は、図4(b)に示すように、32故のW ् の外側の波長(第1の基準信号)とこれ32の外側の波 DM光信号の信号波長帯から離れた位置であってchl 民(第2の基準信号)とに2つ配置される。

[0047] この基準信号とともに入力光信号は、印加 するRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択 OTF部10は、請求項1に記載の可変波長選択フィル 的10の第1および第2の光導波路に印加されるRF債 号は、RF信号発生手段24によって発生し、RF信号 発生手段24は、周波数演算手段23によってその周波 することができるAOTF部10に入力される。このA タと同様であるのでその説明を省略する。このAOTF 数が制御される。

F信号の周波数と選択波長との関係を示すグラフであ

数を変えながら基準信号検出手段21が基準信号を検出 した場合におけるRF信号の周波数と基準信号の波長数 とに基づいて可変被長選択フィルタによって選択される 11914、基準債号を検出する基準債号検出手段21に入 力される。一方、AOTF部によって分岐しなかった光 信号は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号とし RF信号発生手段24によって発生するRF信号の周波 [0048] また、AOTF削10によって分岐した光 て送出される。この基準信号検出手段21の出力は、周 政数預算手段23に入力され、周波数領算手段23は、 光信号の波長数とRF信号の周波数との関係を資算す [0049] このような構成の請求項4に配載の可変故 長選択フィルタにおいては、周波数領算手段23によっ てRF 信号の周波数を基準信号検出手段21が基準信号 3は、基準債号検出手段21から出力を受債したときの RF信号の周波数と基準信号の改長とからRF信号の周 を検出するまで変化させる。そして、周波数演算手段2 故数と選択波長との関係を演算する。

[0044] 次に、請求項4, 5に記載の可変被長選択

とになる。

[0050] この演算方法は、基準信号が図4 (a)~の ように 1 つである場合には、単位RF 信号の周波数変化 に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの 直および1組の判別されたRF信号の周波数と基準信号 の波長との値から、RF信号の周波数と選択波長との関 係を演算する。そして、この基準信号の被長とch1の [0051]また、基準債号が、図4(b)のように2 つである場合には、2組の判別されたRF信号の周波数 と基準債号の波長との値から、RF債号の周波数と選択 故長との関係を演算する。そして、第1の基準信号の故 艮とch1の波長との塾、第2の基準信号の破長とch 各chを選択するRF債号の周波数も演算することがで 彼長との差および各ch間の破長憩も判るので、各ch を選択するRF信号の周波数も演算することができる。 3 2の波長との훺および各ch間の波長楚も判るので、

【0052】こうしてある温度におけるRF信号の周波 50 数と選択彼長との関係が判別されるので、温度変化など

きる。次に、請水項5に記載の可変故長避択フィルタの おいて、基準信号の被長数は、光信号を伝送する故長帯 により特定波長を分岐・挿入するRF信号の周波数がず れたとしてもその特定被長の光信号を選択することがで 原理について説明する。請求項5に記載の可変被長選択 フィルタは、請水項4に配做の可変故長選択フィルタに 域の端の波長数に配置される。

~1490nm)、Sバンド (1490nm~1530 **置することにより、基準信号をこれを使用する可変液長** に影響しないようにすることができる。特に、光通信ネ 伝送する波長帯域に応じて、S+パンド (1450nm nm)、Mベンド (1530nm~1570nm)、L **坦な利得特性ではなく、各パンドの境界付近において利** 得が急激に減少する。そのため、各パンドの境界付近の 故長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配 **選択フィルタだけにどどめ、他の可変波長選択フィルタ** 光通信ネットワーク内に送出しないようにすることがで パンド (1570m~1610mm) およびし+パン ド (1610m~1650mm) がある。これら各パ が、この光増幅器の利得特性は、パンド全体に亙って平 ットワークの光伝送路に配置される中継光増幅器によっ て基準信号は、増幅されないので、この可変波長選択フ イルタを使用したOADM装置だけに基準信号をとどめ 【0053】光通信ネットワークにおいては、光信号を ンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用される

みとWDM光信号との関係を示す図である。図5および 手段32、周波数演算手段33およびRF信号発生手段 ルタの原理について説明する。図5は、請求項6に記載 の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの氇 0、AOTF的10、スペクトルモニタ31、被長判別 【0054】次に、請水項6に記載の可変波長選択フィ 図6において、本可変長選択フィルタは、光増幅器3 34から構成される。

3

sion)という。入力光信号は、図6に示すようにこのA 出光は、増幅すべき光信号と同じように増幅され自色雑 音となる。これをASE(Amplified Spontaneous Emis [0055] 入力光信号は、この入力光信号を含む故長 帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光 増幅器の増幅煤質中で自然放出光が発生し、この自然放 SEを含む光信号となる。

るR F 信号の周波数に応じて特定被長の光信号を選択す ることができるAOTF即10に入力される。このAO と同様であるのでその説明を省略する。このAOTF部 は、RF信号発生手段34によって発生し、RF信号発 生手段34は、波長判別手段32および周波数徴算手段 【0056】このASEを含んだ入力光信号は、印加す TF部10は、酢水項1に記載の可変波長遊択フィルタ 10の第1および第2の光導波路に印加されるRF信号 33によってその周波数が制御される。

[0057] AOTF部10によって選択しなかった光 特開2000-241782

現するスペクトルモニタ31に入力される。なお、AO ので、図6に示すように、選択された部分のASEの光 信号は、光信号の改長とこの改長における光強度とを監 31に入力される場合については、後述する。彼長判別 数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの を検出する。既知の周波数のRF信号をAOTF部10 2によって検出することによって1組のRF信号の周波 手段32は、伝送する光信号の故長を分岐させない周故 スペクトルモニタ 3 1 からの出力によってASEの彼長 に印加するとそれに対応する被長のASEが選択される TF郎10によって選択した光信号がスペクトルモニタ **独度が減少して鑑みを作る。この鑑みを波長判別手段3** 故長を分岐させる既知の周波数のRF債身を発生させ、 数と避択波長との関係を判別することができる。 2

[0058] 波長判別手段32によって判別された1組 の値に基づいて可変波長選択フィルタによって選択され のRF信号の周波数と避択故長との関係は、周波数滴算 手段33に出力され、周波数値算手段33は、この1組 る。この演算方法は、単位RF信号の周波数変化に対す る光信号の波長数とRF信号の周波数との関係を演算す び1、組の判別されたRF信号の周波数とASEの波長と の値から、RF信号の周波数と避択波長との関係を演算 る選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの値およ

遊択することができる。次に、請求項7に記載の可変故 [0059] このように構成することにより、ある温度 におけるRF信号の周波数と選択波長との関係が判別さ れるので、温度変化などにより特定波長を選択するRF 長選択フィルタの原理について説明する。図7は、請求 **信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光信号を** 項7に記載の発明の原理構成を示す図である。

力光信号は、印加するRF信号の周波数に応じて特定改 長の光信号を選択することができるAOTF部10に入 力される。このAOTF部10は、請求項1に記載の可 る。このAOTF酢10の第1および第2の光導破路に 発生し、RF倡号発生手段44は、周波数値算手段43 によってその周波数が制御されるとともに印加している AOTF部10、スペクトルモニタ41、周故数演算手 段43およびRF債号発生手段44から構成される。入 変故異選択フィルタと同様であるのでその説明を省略す 印加されるRF倡号は、RF倡号発生手段44によって [0060] 図1において、本可変長選択フィルタは、 RF信号の周波数を周波数領算手段43に出力する。 \$

数長における光強度とを受信する。

[0062] WDM光信号の各chの改長が判っている ので、スペクトルモニタ41の出力からどのこhがAO る。こうして周波数値算手段43は、判別された1組の RF信号の周波数と選択波長とに基ろいて可変波長選択 フィルタによって選択される光信号の波長数とRF信号 TF部10によって選択されたか判別することができ の周波数との関係を演算することができる。

化に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾き るRF信号の周波数がずれたとしてもその特定故長の光 [0063] この演算方法は、単位RF信号の周波数変 の値および1組の判別されたRF信号の周波数と選択故 長の故長との値から、RF信号の周诙数と選択故長との 関係を演算する。このように構成することにより、ある 温度におけるRF信号の周波数と選択波長との関係が判 別されるので、温度変化などにより特定改長を選択入す **同号を選択することができる。**

改するとともに合政した光信号をTMモード光とTEモ ード光とに分岐する第1の偏光手段と、この第1の偏光 とを備えて構成され、第1のRF信号の周波数および第 [0064] (請求項8) 請求項8に配載の可変改長選 択フィルタは、受光した光信号と挿入する光信号とを合 手段によって分岐したTMモード光を導放する第1の光 導波路に第1のRF信号を印加する第1のRF信号印加 年段と、第1の個光手段によって分岐したTEモード光 を導放する第2の光導故路に第2のRF信号を印加する 第2のRF信号印加手段と、第1のRF信号を印加され た第1の光導波路と第2のRF信号を印加された第2の 光導嵌路とからの光信号を合故するとともに送出すべき 光信号と分岐すべき光倡号とに分岐する第2の偏光平段 2のRF信号の周波数とに応じて特定波長の光信号を選

[0065] 上述したように、TEモードをTMモード に入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをT Eモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互 いに異なるが、このような構成とすることにより、TE モード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のR F信号を印加して細かい関盤をすることができるから、 正確に特定波長の光信号を分岐・挿入することができ

1および請求項12は、RF信号の安定化に関する技術 で以下その動作は、トラッキングと称する。後に述べる スキャンニングと区別するため、スキャンニングとトラ に、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら 光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出し、そ の光強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい ッキングについて定義する。スキャンニングとは、光強 [0066] (請求項11および請求項12) 開求項1 度の最大値を与えるRF信号の周波数を判別するため

岗出手段によって所定故長の光信号を検出し、その光強 【0067】トラッキングとは、前後の周政数範囲(土 akHz)においてRF信号の周波数をその第1の周波 数間隔よりも狭い第2の周波数間隔で変えながら光強度 度が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大 道を与えるRF信号の周波数を周波数制御手段に出力す る動作を定期的に行い、週度変化や経年変化など周囲の 環境が変化し、可変波長選択フィルタ(AOTF)の特 性変化により第2の最大値を与えるRF債号の周波数が 変化しても、追従することのできる動作をいう。

[0068] 図8は、請求項11, 12に配載の発明の 本とした請求項11に記載の発明の原理構成を示す図で 原理構成を示す図である。なお、図8は、請求項1を基 は、その説明を省略する。図8において、本可変故長避 最大值判別手段12、周波数制御手段13、重畳手段5 0、トラッキング年段52およびRF信号発生手段54 から構成されている。なお、請求項1と同一の構成につ あり、この場合について以下に説明し、請求項4、6、 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段51、 7、8を基本とした請求項11に記載の発明について いては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

れ、このAOTF部10によって遊択した光信号は、そ の光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強 度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびト ラッキング手段52に入力する。一方、AOTF部によ って選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝 [0069] 入力光信号は、AOTF部10に入力さ 送路に出力光信号として送出される。

によって発生し、トラッキングを行う場合には、RF信 手段50によって重畳される。また、RF信号発生手段 【0070】このAOTF部10の第1および第2の光 号に10kHzから1MHzの周波数の変調信号が重叠 5 4 は、最大値判別手段12、周波数値算手段13およ **ぴトラッキング手段52によってその周波数が制御され** 導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手段54

手段51によってAOTF部10から分岐して出力され 所定被長の光信号の光強度が最大値に維持されるように [0071] 最大値判別手段12の出力は、周波数制御 手段13に入力され、請求項1の原理説明で説明したよ うに、特定波長を選択するようにRF信号の周波数を制 御する。そして、トラッキング手段52は、光強度検出 る光信号からRF信号に重畳された変調信号を検出して RF信号発生手段54を制御する。

1に記載の可変故長選択フィルタは、一度、特定故長の れ、雄特される。さらに、トラッキングのための変闘信 トラッキングによって最適なRF信号の周波数が制御さ [0072] このように構成することにより、請求項1 光信号を選択するRF信号の周波数が判別された後は、

号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周

S

(ABC) 回路における光信号には既に1kHzの変調 信号がかけられているが、トラッキングのための変調信 号は、10kHz以上とするので、このABC回路の変 調情号と違同することがない。 一方、トラッキングのた めの変調信号は、1MH2以下とするので、例えば、R タを正弦波となるようにCPUによって制御してその変 開信号を発生させても、高速な変調、同期検波ではない F 信号発生手段 5 4 内における P L L 回路の周波数デー 核数とする。LN変調器の可変パイアスコントロール から、CPUの負担となることがない。

[0073] 次に、請求項12に記載の可変選択故長フ イルタの原理について説明する。請求項12に記載の可 変改長週択フィルタは、故長分割多重方式の光信号を伝 送する光伝送路に接続され、可変長選択フィルタは、精 水項11に記載の可変改長選択フィルタであって、トラ ッキング手段によって制御されるRF信号発生手段が発 生するRF信号の周波数は、故長分割多重方式の光信号 間隔に対応するRF信号の周波数の範囲内で変化するよ

数の可変波長選択フィルタの温度を同一に制御する温度 【0014】 トラッキングをかける場合にトラッキング のための変調信号の周波数を大きく振ると隣接するch に影響を与えてしまう。しかし、このようにすることに 8 n m関隔のWDM光信号の場合では、隣接するc h 間 に対するRF信号の周波数の差は、90kHzであるか 長環投フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複 制御手段をさらに備えて構成され、可変長強択フィルタ が、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の [0075] (精水項13) 請水項13に記載の可変改 ら、±45kH2以下の周波数でトラッキングを行う。 より、大きく外れた周波数が印加されることがないか ら、他のchに影響を与えることがない。例えば、0. 可変波長選択フィルタである。

锭 来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを 0. 1℃単位で同一温度に制御することは困難をともな う。また、OADM装置の動作を保証するために広い温 度範囲、例えば、0℃ないし60℃に亘ってAOTFの 温度を正確に制御することは困避を伴う。しかし、AO TFを同一の基板上に形成することにより、隣り合うA **OTFをほぼ同一の温度に制御することができ、しかも** AOTFの特性もほぼ同一にすることができる。そのた 配載の可変波長選択フィルタによって所留の改長の光信 め、まず、請求項1ないし請求項12のいずれか1項に **身を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを** 動作させるようにすれば、他のAOFTにおいても所望 [0076] OADM装置に使用されるAOFTは、 の波長の光信号を分岐・挿入することができる。

ットワークの光伝送路に接続しないで、所望の波長の光 [0077] また、翻水項1、4、6、7、8のいずれ か1項に記載の可変被長踏択フィルタの出力を光通信ネ

信号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTF を実際の運用用とすれば、闘った故長の光信号を選択す

特開2000-241782

(15)

(請求項14) 図9は、請求項14に記載の発明の原理 構成を示す図である。なお、図9は、開水項1を基本と した請求項14に記載の発明の原理構成を示す図であ り、この場合について以下に説明し、請求項4、6、

7、8を基本とした請求項14に記載の発明について

は、その説明を省略する。

は、 (リジェクト光の光強度/入力光の光強度) をdB し、特定の入力強度の場合に極大値になる。なお、この 0 に示すようにAOTFによって避択する光の強度であ るリジェクションレベルは、RF信号の入力強度に依存 [0078] 図10は、RF信号の入力強度とリジェク 特性は、RF周波数を変化させてもほぼ同様の特性とな d B m 単位で表示したRF信号の入力強度である。図1 ションレベルとの関係を示す図である。図10の縦軸 単位で表示したリジェクションレベルであり、横軸は、

[0079] 図9および図10において、本可変故長題 制御手段63およびRF信号発生手段64から構成され 最大值判別手段12、強度最大值判別手段62、周波数 ている。 なお、 請求項1と同一の構成については、 回一 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段61、 の符号を付し、その説明を省略する。 2

度最大値判別手段62に入力する。一方、AOTF部に h、このAOTF部10によって選択した光信号は、そ の光強度を検出する光強度検出手段 6 1 に入力し、光強 度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強 よって選択しなかった光信号は、AOTF部10から光 [0080] 入力光信号は、AOTF部10に入力さ 伝送路に出力光信号として送出される。 ຂ

演算手段63によってその周波数が制御される。最大値 れ、請求項1の原理説明で説明したように、特定故長を [0081] また、このAOTF部10の第1および第 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手 段64によって発生し、RF債号発生手段64は、最大 値判別手段1.2、強度最大値判別手段6.2および周波数 **判別手段12の出力は、周波数制御手段63に入力さ**

[0082] そして、強度最大値判別手段62は、この 光強度の最大値を与えるRF 信号の周波数を維持した状 題で、RF信号発生手段64により発生するRF信号の 出力強度を変えながら光強度検出手段 1.1によって所定 改長の光信号を検出して、この所定改長の光信号に対す **独度最大値判別手段62からこの最適なRF信号の入力** 強度の値を受信し、最適なRF信号の周波数と入力強度 る光強度の最大値を判別する。周波数制御手段63は、 選択するようにRF信号の周改数をまず制御する。 とによりRF信号発生手段を制御する。

【0083】 こうして図10にボすリジェクションアベ

ができるから、請求項14に記載の可変波長選択フィル タは、特定波長を分岐・挿入するRF倡号の周波数だけ ルの極大値を与えるRF信号の入力強度を判別すること でなく、RF信号の入力強度も最適化することができ

択フィルタと、前配可変液長選択フィルタに印加する前 M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF債号の周波数に 応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する可変波長選 記RF信号を発生するRF債号発生手段と、前配可変数 長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処理する 光信号を生成する光信号生成手段とを備えるOADM装 置において、可変被長選択フィルタは、n 個の光信号を [0084] (請水項15) 請水項15に記載のOAD 受信処理手段と、前記可変波長選択フィルタに挿入する 分岐または挿入することができ、RF倡号発生手段は、 (n+1) 個であることで構成する。

手段をOADM装置において分岐・挿入する数より1つ bを分岐・挿入するのに使用しなければならない。その ら、その間のchも分岐・挿入することになりその間の 挿入する場合に使用していないRF信号発生手段の周故 [0085] OADM装置で複数の液長の光信号を分岐 • 挿入する場合には、可変波長選択フィルタに分岐・挿 RF信号発生手段が分岐・挿入する光信号と同数である と、あるこれから他のこれを分岐・挿入する場合に、使 用していないRF債号発生手段がないから、あるこhを ため、あるこれから他のこれを分岐・挿入するためにR F信号の周波数を連続的に変化させなければならないか chに影響を与える。しかし、このようにRF信号発生 分岐・挿入するのに使用したRF倡号発生手段を他の c 数を他のこれを分岐・挿入する周波数に合わせてから可 入する光信号の数に応じた複数のRF信号を印加する。 多く備えることにより、あるこれから他のこれを分岐・ 変波長退択フィルタに印加することができる。このた め、その間のchに影響を与えることがない。

て、第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 嵌長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタ [0086] (簡末項16) 請求項16に配載のOAD 応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変 によって分岐した光信号の中から所定波長の光信号を選 択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとともに膝 第2の可変波長選択フィルタによって選択された前配所 波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の可変波 定波艮の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 長選択フィルタを備えるとともに放筑3の可変被長選択 フィルタによって選択された前配所定改長の光を変闘し て前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光信号を 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 頃に記載の可変波長選択フィルタである。

るので、常に、正確に特定改長の光信号を分岐・挿入す [0087] 請水項16に配載のOADM装置は、この 5RF信号がずれたとしてもそのずれを補償する請求項 1 ないし精水項14に記載の可変選択嵌長フィルタとす ようにOADM装置に使用される可変改長選択フィルタ を温度変化などにより特定故長の光信号を分岐・挿入す ることができる。

[0088] さらに、請水項16に記載のOADM装置 は、トラッキングも行う可変改長選択フィルタを使用す る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR **挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ** F信号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・

(請水項17) 請水項17に記載のOADM装置は、波 長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続され るとともに、印加するRF信号の周波数に応じて特定波 ルタと、前記第1の可変波長避択フィルタによって分岐 から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィル って選択された前記所定波長の光を変調して前記第1の 変故長選択フィルタは、請求項1、4、6、7、8のい 長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィ した光信号の中から所定波長の光信号を選択する第2の 可変波長選択フィルタを備えるとともに眩第2の可変波 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光信 号を受信処理する受信処理手段と、複数の波長を持つ光 タを備えるとともに該第3の可変波長選択フィルタによ 可変波長選択フィルタに挿入する光信号を生成する光信 号生成手段とを備えるOADM装置において、第1の可 頃1、4、6、7、8の可変波長選択フィルタを複数個 ずれか1項に記載の可変改長選択フィルタであって請求

光信号を所定の光強度のレベルまで遮断することができ ない場合でも、可変故長選択フィルタを複数個縦続に接 脱するので、所定のレベルまで遮断することができるよ つの可変改長選択フィルタのAOTF部では特定改長の 【0089】このような可変改長選択フィルタでは、1 うにリジェクション特性を改善することができる。ま

桜続に接続する。

た、前述したように可変波長選択フィルタのAOTF部 の波長選択特性の幅が広く、「ITU-T G. 692 助告」で規定される0.8nm間隔の波長の隣り合う光 信号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロスト 一クが発生してしまう。しかし、精水項17に記載の○ A D M装置では、可変波長選択フィルタを複数個の縦続 CWDM光信号のk番目の光信号を分岐・挿入させ、2 接続とするので、1段目の可変波長選択フィルタにおい WDM光信号のm番目の光信号を分岐・挿入させ、以下 同様に前段の可変波長選択フィルタにおいて分岐・挿入 没目の可変彼長選択フィルタにおいて k 番目から離れた 2 40

する光信号とは離れた被長の光信号を後段の可変故長選 択フィルタに分岐・挿入させることにより、クロストー クを成少させることができる。

させることにより、クロストークを減少させることがで [0090] 例えば、可変彼長選択フィルタを2個の縦 税接続とした場合には、1段目の可変被長選択フィルタ においてWDM光信号の偶数(奇数)番目の光信号を分 岐・挿入させ、2段目の可変故長選択フィルタにおいて WDM光信号の奇数(偶数)番目の光信号を分岐・挿入

は、縦続接続する可変波長選択フィルタを温度変化など により特定波長の光信号を分岐・挿入するRF信号がず **れたとしてもそのずれを補償する請求項 1 ないし請求項** [0091] さらに、請水項17に記載のOADM装置 14に記載の可変被長選択フィルタとするので、常に、 正確に特定故長の光信号を分岐・挿入することができ

る場合には、一旦特定波長の光信号を分岐・挿入するR は、トラッキングも行う可変故長選択フィルタを使用す 挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ F信号の周波数が判別されれば、常に特定改長を分岐・ [0092] また、崩水項17に記載のOADM装置

8

[0093] 図11において、本スペクトルモニタは、 (請水項18および請水項19) 図11は、請水項1 8, 19に記載の発明の原理構成を示す図である。

卸10から光伝送路に送出される前に接続される破線で AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別手段 モニタの構成要件であり、請求項18に記載のスペクト 12、周波数制御手段13、RF倡号発生手段14およ び記憶手段70から構成されている。ここで、AOTF 示した遮断手段71は、欝水項19に配載のスペクトル ルモニタの構成要件ではない。また、請求項1と同一の 構成については、同一の符号を付し、その説明を省略す

タについて説明する。入力光信号は、AOTF部10に 入力され、このAOTF部10によって分岐した光信号 は、光強度検出手段61に入力する。この光強度検出手 【0094】まず、酢水項18に記載のスペクトルモニ 方、AOTF部によって分岐しなかった光信号は、AO 段61の出力は、最大値判別手段12に入力する。一 TF部10から光伝送路に出力光信号として送出され

開水項1の原理説明で説明したように、特定波長を分岐 [0095]また、このAOTF的10の第1および第 2の光導波路に印加されるRF借号は、RF倡号発生手 段14によって発生し、RF債身発生手段14は、最大 値判別手段12および周波数制御手段13によってその 周波数が制御される。 吸大値判別手段 12の出力は、周 遊数制御手段63に入力され、周遊数制御手段63は、

മ

特開2000-241782

(14)

[0096]また、最大値判別手段12は、RF信号発 生手段で発生させたすべての周波数の値と各周波数に対 ホナる光強度の値とを記憶手段70に出力し、記憶手段 10は、これらのすべての値を配憶する。このように構 改することにより、最大値判別手段12において、所定 皮長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数の組が ・挿入するようにRF信号の周波数を制御する。

1 つ判るので、前述した図2に示すRF信号と選択波長

との関係を用いれば、配億手段10に配億した値から、 各光信号の波長に対する光強度も判別することができ

おいて、送出すべき光信号を出力する出力側に接続され タの原理について説明する。請求項19に記載のスペク トルモニタは、請求項18に記載のスペクトルモニタに るとともに該光信号を遮断する遮断手段をさらに備えて 構成する。スペクトルモニタによって分岐しなかった光 【0097】次に、請水項19に記載のスペクトルモニ 信号は、スペクトルモニタに接続される光装置、例え

う。特に、スペクトルモニタをOADM装置の光信号生 を行うAOTF部においてスペクトルモニタによって分 岐しなかった光信号と光伝送路から入力した光信号との 成手段に使用した場合には、OADM装置の分岐・挿入 ば、次のトリピュータリ局やノードに送出されてしま 間でクロストークを生じてしまう。

断されるので、そのような不都合は生じない。遮断手段 用してこの光スイッチにおいて何も接続していない出力 ヘスイッチすることにより遮断することができる。光ア ソプを使用してこの光アンプの励起光を与えないことに より遮断することができる。また、光変調器を使用して この光変調器の電源を切ることにより遮断することがで きる。さらに、AOTFを使用してこのAOTFにおい て光信号の波長から離れた波長の光を選択するようにし スペクトルモニタによって分岐しなかった光信号は、邁 は、光域衰器を使用することができる。光スイッチを使 [0098] しかし、このように構成することにより、

路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 応じて特定波長の光伯号を分岐及び挿入する第1の可変 [0099] (開水項20) 請水項20に記載のOAD M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 **沢する第2の可変被長選択フィルタを備えるとともに膝** 第2の可変被長選択フィルタによって選択された前配所 定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 民選択フィルタを備えるとともに駄第3の可変故長選択 生成する光信号生成年段とを備えるOADM装置におい 故長選択フィルタと、前記第1の可変故長選択フィルタ によって分岐した光信号の中から所定改長の光信号を選 フィルタによって選択された前配所定波長の光を変調し て前記第1の可変改長選択フィルタに挿入する光信号を て遊断することができる。 \$

くとも1つは、請求項18または請求項19に記載のス ペクトルモニタであって、第1ないし第3の可変故長選 タとして使用するかまたはスペクトルモニタとして使用 し、第1ないし第3の可変被長選択フィルタのうち少な くとも1つは、可変故長選択フィルタとスペクトルモニ て、第1ないし第3の可変改長選択フィルタのうち少な 択フィルタのうち少なくとも 1 つを可変故長選択フィル するかを制御する選択制御手段とをさらに備えて構成 タとしての機能を兼ね億える。

[0100] このように構成することにより、請求項2 0に記載のOADM装置は、可変波長選択フィルタとス ペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができ

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明にお ける実施の形態を説明する。

[0102] (第1の実施形態) 第1の実施形態は、請 **水項1~5、1·1、12、14~20に記載の発明を適** 用して構成された可変故長選択フィルタ・OADM装置 の実施形態である。

ន

光信号の空いているこトに光信号を生成して挿入する挿 [0103] 図12は、第1の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図12において、OAD る。第1の構成部分は、光伝送路を伝送する32弦のW **信処理部分に分岐した光信号と同一波長の光信号を光伝** するリジェクト部分である。第3の構成部分は、WDM 入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分お DM光信号から必要に応じて分岐した特定改長の光信号 を受信処理する受信処理部分である。第2の部分は、受 送路から取り除き、次のノードに伝送されることを遊断 よび挿入部分は、それぞれ16波を処理することができ M装置は、3つの構成部分に大きく分けることができ

[0104] このようにOADM装置は、3つの構成部 分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変故長避 択フィルタが使用されているので、以下、各構成部分ご

(第1の実施形態におけるリジェクト部分の構成) ま ず、このリジェクト部分について説明する。 [0105] 図13は、第1の実施形態におけるOAD M装置に関し、そのリジェクト部分の構成を示す図であ る。図12および図13において、光伝送路を伝送して きた32弦のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅 mである。増幅されたWDM光信号は、2つに光を分岐 [1TU-T G, 692勧告]の規定に従い0.8n する光カプラ81に入射する。分岐したWDM光信号の 一方は、後述する受信処理部分の光カプラ110に入射 器80に入射する。このWDM光信号の各ch間隔は、

ワー、基準信号スキャン終了パワー、パワースキャン間 20 [0106] 一方、基準信号光頌82は、後述するAO し、他方は、光カプラ83に入射する。

故長帯域がMパンドの場合には、これらの基準信号を使 TF部84、90におけるRF信号の周波数と選択改長 との関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号 とを発生させ、これらの基準信号を光カプラ83、89 に入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号に使 用される波長を除いた波長であればよいが、WDM光信 身と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両 関の波長とするのが窒ましい。さらに、WDM光信号の 用するAOTF84、90にとどめ光伝送路に送出させ ないために、Mバンドの端の波長を使用し、第1基準信 号は、1530~1535nmの関の波長、例えば、1 530nmとする。また、第2基準信号は、1565n する。これらの基準信号をこのような波長とすることに より、これら基準信号は、通常Mパンドに対して使用さ **及にOADM装置から送出されたとしても光通信ネット** m~1510nmの閏の故長、倒えば、1510nmと れる中雄光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、 ワークを伝送する間に減衰してしまう。

2

【0101】光カブラ83は、基準信号光限82からの 第1基準債号および第2基準債号と光カプラ81から入 射したWDM光信号とを合改して、この合改した光信号 をAOTF部84に入射させる。AOTF部84は、R F 信号を発生するR F 信号版 8 によって印加されたR F信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射し た光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号 を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受 光して光強度を検出するホトダイオード (以下、「P D」と略配する。) 85に入射する。

【0108】このPD85は、受光した光強度に従った レベルの電気信号をA/D86に出力する。A/D86 ジェクト個AOTF制御CPU87に送信する。リジェ クト側AOTF制御CPU87は、各種データを蓄積し たEEPROM (Electric Erasable Programable Read Only Memory) 101からデータの送受信を行い、AO TF部84、90やRF倡号版88、98などを後述す は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ るように制御する。

8

[0109] また、RF信号頃88は、このリジェクト 関AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の 周波数とパワー (強度) とを制御される。RF信号版8 8は、リジェクトするchをあるchから他のchに変 える場合にその間のchに影響を与えないようにするた め、16波より1つ多い17個のRF信号頭が用意され

6

[0110] EEPROM101は、第1基準債号スキ ャン開始RF周波数、第1基準信号スキャン終了RF周 **波数、第2基準信号スキャン開始RF周波数、第2基準** 周波数トラッキング関隔、基準信号スキャン開始RFパ 18号スキャン終了RF周波数、基準信号スキャン間隔、

隔、パワートラッキング間隔、基準信号補促用閾値など

特開2000-241782

(16)

た場合に次段のAOTF部90に入射されない成がある 基準信号と再度合波される。再度合放するのは、AOT F部84によってこれらの基準信号が選択されて分岐し 基準信号光頭82から入射した第1基準信号および第2 は、光カプラ89に入射し、この光カプラ89によって [0111] 一方、AOTF部84を通過した光信号

[0112] 合放された光信号は、AOTF部90に入 の分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検 討される。このAOTF部90は、RF信号を発生する RF信号類98によって印加されたRF信号の周波数に 対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択 して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。 出するPD95に入射する。

[0113] このPD95は、受光した光強度に従った レベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ RF債号顧98は、このリジェクト側AOTF制御CP **U87によって発生するRF信号の周波数とパワー(独** ジェクト個AOTF制御CPU87に送信する。また、 度) とが制御される。

ន

モニタ99に入力され、OADM装置制御CPU100 によって確認される。確認の結果、所留の光信号がリジ **信号は、2つに光を分岐する光カブラ91に入射し、分** 岐した一方のWDM光信号は、AOTF部84、90に よって所望の光信号がリジェクトされた否か確認するた を介して光の改長とその光強度とを監視するスペクトル ェクトされていない場合には、OADM装置制御CPU [0114] 一方、AOTF部90を通過したWDM光 か、光スイッチ(以下、「光SW」と略配する。)97 100は、リジェクト関AOTF制御CPU87に警告 を送信して、再度リジェクトさせる。

ADM装置制御CPU100に出力する。OADM装置 [0115] 光SW97は、スペクトルモニタ99によ をスペクトルモニタ99に入射させる。スペクトルモニ タ99は、検出した光の故長とその光強度のデータをO 図AOTF創御CPU123および挿入図AOTF制御 って光SW97に入射するいずれの光信号をスペクトル モニタ99に入射させるか制御され、指示された光倡号 タに従ってリジェクト個AOTF制御CPU97、分岐 制御CPU100は、スペクトルモニタ99からのデー CPU145を制御する。その各制御は、上述の確認の ほか以下の記載で順次明らかになる。

する光増偏器93に入針し、増幅されて光カプラ94に 【0116】また、光カプラ91によって分岐した他方 合改される。合改されたWDM光信号は、光強度を増幅 のWDM光信号は、光カプラ92に入射し、この光カブ ラ92によって後述する挿入部分で生成された光信号と

されたか否か確認をするために、光SW97を介してス ペクトルモニタ99に入力され、OADM装置制御CP 入針する。光カプラ94は、このWDM光信号を2つに 分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、光伝送路に 送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カプラ 92によって挿入部分によって生成された光信号が合故 U100によって確認される。確認の結果、所留の光信 号が合彼されていない場合には、OADM装置制御CP U100は、挿入闽AOTF制御CPUに警告を送信し て、再度挿入すべき光信号を生成させる。 2

処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明 【0117】 (本発明と第1の実施形態におけるリジェ クト部分との対応関係)以下、本発明と第1の実鉱形態 る。請求項1ないし請求項3については、後述する受信 におけるリジェクト部分との対応関係について説明す

【0118】請求項4、5に配載の可変波長選択フィル タと第1の実施形態との対応関係については、RF信号 発生手段はRF債号頌88、98に対応し、基準債号挿 入手段は基準信号光碩82と光カプラ83、89とに対 6、96とEEPROM101とリジェクト個AOTF 制御CPU87とに対応し、周波数資算手段はEEPR OM101とリジェクト個AOTF制御CPU87とに 応し、基準債号検出手段はPD85、95とA/D8

イルタと第1の実施形態との対応関係については、重畳 手段はRF信号顧88とEEPROM101とリジェク ト図AOTF制御CPU87とに対応し、トラッキング 手段はPD85とA/D86とリジェクト側AOTF制 卸CPU87とに対応する。請求項14に記載の可変故 は、強度最大値判別手段はPD85とA/D86とEE 【0119】請水項11、12に記載の可変故長選択フ 長選択フィルタと第 1の実施形態との対応関係について PROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87 とに対応する。 8

の実施形態との対応関係については、RF信号発生手段 7に記載の分岐・挿入装置と第1の実施形態との対応関 係については、第1の可変波長避択フィルタはAOTF 部84、90とPD86、95とA/D86、96とE EPROM101とリジェクト側AOTF制御CPU8 [0120] 請求項15に記載の分岐・挿入装置と第1 は、RF信号項88、98に対応する。請求項16、1 7とRF信号頌88、98とに対応する。 9

後述する挿入部分における構成を説明するときに対応関 [0121] 請求項18ないし請求項20については、

次に、AOTF部84におけるリジェクト側AOTF制 (第1の実施形態におけるリジェクト部分の作用効果) 卸CPU87の制御について説明する。 [0122] 図14は、基準債号をスキャンする方法を

S

クト要求を受け、どのchをリジェクトするか識別する RF信号の周波数である。リジェクト側AOTF制御C PU87は、OADM装置制御CPU100からリジェ 説明する図である。図14の縦軸は、PD85で検出し た光強度に対するA/D86の出力値であり、横軸は、

[0123] そして、リジェクト側AOTF制御CPU 8 7 は、E E P R O M 1 0 1 苦積してある「第 1 基準値 号スキャン開始RF周波数 [a (Hz)]、「基準倡号 い周波数に設定される。さらに、前述したように第1基 基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低 **準信号を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に** 放存するので、EEPROM101に適当な温度開隔を この第1基準信号スキャン開始RF周波数faは、第1 RF 信号頭88へこれらのデータを送信する(#2)。 スキャン開始RFパワーPa (dBm)」を読み込み、 おいてその温度ごとに fa を複数用意しておく。

[0124] そして、RF信号頭88は、受信した周故 AOTF部84に印加する(#3)。そして、リジェク いる基準信号補促用閾値αより大きいか小さいかを判断 する。もし、小さい場合 (図14の点A) には、EEP ROM101に蓄積されている「基準信号スキャン関隔 d (H2)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の A/D86の出力値がEEPROM101に蓄積されて ト個AOTF制御CPU87は、A/D86を監視し、 数fa およびパワー (強度) Pa のRF信号を発生し、 周波数 1b を

b + e j = q j

[0125] そして、RF信号頭88は、受信した周波 数 fb および最初に受信したパワーPa のRF信号を発 ジェクト側AOTF制御CPU87は、A/D86を監 提し、A/D86の出力値がEEPROM101に蓄積 されている基準信号補促用関値のより大きいか小さいか 生し、AOTF部84に印加する (#5)。そして、リ から状め、新たにRF倡母顧88へ送信する(#4)。 を判断する (#6)。

側AOTF制御CPU87は、A/D86の出力値がα [0126] そして、リジェクト頃AOTF制御CPU 4から#6までを繰り返す (#1)。 一方、リジェクト 数トラッキング間隔 A d (Hz)」を用いて、次にスキ ナンを行うRF信号の周波数△fa、 △fb をfd を中 8 7 は、A / D 8 6 の出力値がa より大きくなるまで# より大きい場合(図14の点D、RF信号の周波数fd には、EEPROM101に蓄積されている「周波 ふたしん、

. . . 2 から求めて、A I a およびA I b を頃次に新たにRF信 母顔88へ送信する(#8)。 $\Delta fb = fd - \Delta d$ P V + P J = 8 J V

22 [0127] そして、リジェクト個AOTF制御CPU

87は、A/D86を監視し、A fa に対するA/D8 6の出力値 (図14の点E) とΔfb に対するA/D8 6 の出力値 (図14の点C)と比較する (#9)。そし て、この場合には、Δ (a に対するA/D 8 6の出力値 の方が大きいので、周波数の中心をíd から∆ía に換 えて、#8および#9を行う(#10)。

の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、ス ると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合 る(#11)。そして、リジェクト側AOTF制御CP U87は、その極大値を与える周波数(図14の点Fの [0128] このようにA/D86の出力値が大きい方 に、いずれも点FのA/D86の出力値を越えることが 87は、このように極大値を判断してスキャンを停止す 点E、点Fまで移動する。点Fまで中心周波数が移動す [0129] そして、リジェクト側AOTF制御CPU できないので、点Fが極大値と判別することができる。 関波数)を第1の基準債号に対するRF債号の周波数 [キャンを行うと中心の周波数は、図14において点D、 (1) とする (#12)。

【0130】そして、リジェクト側AOTF制御CPU 8 7 は、#2から#12を繰り返して、第2の基準信号 #2において「第1基準信号スキャン開始RF周波数 f (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始R に対するRF信号の周波数1(2)を判別する。ただし、 F周波数 faa (Hz) 」を使用し、式1の代わりに、 ន

を使用する (#13)。 f bb= f sa- d

【0131】そして、リジェクト側AOTF制御CPU 8 7 は、「(1)、「(2)、第1基準債号の波長とch1 の政長との差、第2基準債号の故長とch32の故長と の差および各ch閒隔から各chを選択して遮断するた リジェクト側AOTF制御CPU87は、各chに対し てRF債号のパワーの最適化を行う。まず、ch1に対 応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始 RFパワーPa (dBm)」をRF債母級8ほ送借す かのRF偕号の周波数を算出する(#14)。そして、 5 (#15). ಜ

改数トラッキング間隔 Δ d f (H z) 」を「パワートラ ッキング間隔 Δ d p (H z) 」に代えただけで同様に極 5。そして、OADM装置制御CPU100は、光カブ ラ91と光SW97とを介してスペクトルモニタ99に リジェクト後のAOTF部90から出力されるWDM光 写か、リジェクションレベルはどの程度かを測定させる #8から#11において、Paを最初の中心とし、「周 **肖号を監視させ、所留の債号がリジェクトされているか** [0132] このRF信号のパワーの最適化の方法は、 大値を判別することができるので、その説明を省略す (#16)\$

は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受信し [0133] そして、OADM装置制御CPU100

ションレベル関値β (dBm) 」より大きいか否かを判 PU87に送信する(#17)。そして、リジェクト側 AOTF制御CPU87は、受債したリジェクションレ 断する。受信したリジェクションレベルがBより小さい 場合および警告を受債した場合は、再度第1基準信号お C、リジェクションアベルをリジェクト倒 AOTF 慰御 CPU87に送信する。さらに、リジェクトchを誤っ ている場合にはその警告もリジェクト側AOTF制御C ベルがEEPROM101に蓄積されている「リジェク よび第2基準信号のスキャンを行う (#18)。

[0134] また、AOTF部90に対するRF信号の 周波数とパワーのスキャンは、#1から#18と同様の って行われるので、その説明を省略する。そして、リジ に対応するRF信号の周故数を演算して、その周故数の 制御でリジェクト側AOTF制御CPUの制御87によ ェクト側AOTF制御CPU10のは、遊断すべきch RF作号をAOTF84またはAOTF部90に印加し て、所望のchを遮断させる (#19)。

基準信号がない場合には、EEPROM101は、第2 キャン終了RF周波数に代えて、単位RF信号の周波数 変化に対する選択波長変化の値を蓄積する。そして、リ [0135] なお、基準債号が第1基準信号だけで第2 基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号ス ジェクト側AOTF制御CPU87は、#13および# | 4に代えて、f (i) 、第1基準信号の波長とc h 1の **改長との差、単位RF債号の周波数変化に対する選択波** 長変化の値および各ch間隔から各chを避択して遮断 するためのRF信号の周波数を算出することを行う。

る前に、そのこれを遮断するRF信号の周波数を探すの は、図10で前述したようにRF債身の入力強度とリジ で、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償 することができる。したがって、正確に所留のchの光 借号を遮断することができる。なお、所望のchの光信 させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果 [0136] このように、所留のchの光信号を遮断す 号を遮断する度に、#1から#19までを繰り返しても ェクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化 よいが、#15のRF信号のパワーの最適化について を使用して#15を省略することができる。

[0137] また、上述では、基準信号を基準信号光源 82によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネット ワークを運用する上での監視信身であるOSC (Optica 4、90に印加することにより、正確に所留のchの光 ても、最適なRF佰号は、温度変化、RF首母の周波数 l Supervisary channel)を基準値号として利用しても 信号を遮断することができるが、遮断している間におい のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがあ よい。こうして最適なRF信号の周波数をAOTF部8 る。そのため、所望のchを正確に遮断するために最適 なRF佰号の周波数をトラッキングする必要がある。

る。図15は、トラッキング用の変調放長と出力光との 横軸は、RF信号の周波数である。曲線2は、AOTF 部の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線であ る。この図15において、光強度の最大値を与えるRF 信号の周波数が、上述で求めた所望のchを遮断するた めに最適なRF信号の周波数である。横軸の下部の曲線 は、正弦波状のトラッキング用の変調信号であり、曲線 関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、 [0138] 次に、このトラッキングについて説明す 2の右上の曲線は、これに応じた出力光である。

変調信号を生じさせる。この変調信号を10kH2から 中心にわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の [0139] AOTF部84におけるトラッキングとA る。図12、13、15において、リジェクト歯AOT F制御CPU87は、RF債号頭88を制御してAOT F部84に印加するRF信号の周波数を最適な周波数を OTF部90におけるトラッキングとは、同様なので、 AOTF部84におけるトラッキングについて説明す 1MHzの周波数、例えば、20kHzとする。 8

[0140] AOTF部84で遮断される所望のchの 光信号は、この変調信号成分を含んでAOTF部84に リジェクト側AOTF制御CPU87に出力する。この 5は、この光信号の光強度を検出しA/D86を介して ため、リジェクト側AOTF制御CPU87は、この変 よって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD8 **照信号に対応した光強度の出力値を得られる。**

OTF制御CPU87は、A/D86の出力値が最も大 きくなるように制御する。これは、図15に示すように **背号の周波数を高い方と低い方とに極くわずか振った場** 値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出 【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変闘信 号で変調しても、本来、AOTF部84において遮断さ れる光信号であるから、何ら問題ない。リジェクト側A 曲線2がほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF 合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力 力値が最も大きくなるからである。

8

[0142]また、このようにA/D86の出力値が最 も大きくなるように制御することにより、最適なRF信 **身の周波数を維持することができる。ここで、RF信号** の周波数を高い方と低い方とに扱る範囲は、極わずかで あるが、O. 8 nm間隔のWDM光信号の場合では隣接 するch間に対するRF信号の周波数の差が90kHz であるから、少なくともエ45kHz以内にする必要が ある。さもないと隣接するこれを遮断してしまうことに なるかちである。

「に周波数カウンタを散けた場合には、A/D86の出 力値の周期を検出することによっても最適なRF信号の [0143] なお、リジェクト側AOTF制御CPU8 周波数を維持することができる。 すなわち、RF倡号版 8 8 が発生するRF信号の周波数が最大値を与える周波

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

38

特開2000-241782

数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変 高い側に1往復し、さらに周波数の低い側に1往復する 調信号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の ので、この変闘信号の2倍の周波数の正弦波となる。— 方、RF信号頭88が発生するRF信号の周波数が最大 値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、 この変闘信号の2倍の周波数を生じない。

に極大値を与える最適なRF信号の周波数に維持するこ れた後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波 [0144] したがって、変闘信号の2倍の周期の出力 とができる。こうしてAOTF部84は、一度、特定波 値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常 長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数が判別さ 数が制御される。

で、高速な変闘ではないから、リジェクト個AOTF벵 H z から 1 M H z の範囲内である 2 0 k H z と設定する ので、LN変闘器の可変パイアスコントロール回路用に 既にかけられている1kH2の変調信号と健同すること がない。さらに、その変調信号を1MHz以下とするの 【0145】また、トラッキング用の変調信号を10k 御CPU87の負担となることもない。

8、121と光カプラ114、115、124と光受信 を適用して構成された可変故長選択フィルタ・OADM す図である。 なお、AOTF部112、113とRF信 信処理部分は、請求項1~3、16、17に配載の発明 装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態にお けるOADM装置に関し、この受信処理部分の構成を示 (第1の実施形態における受信処理部分の構成) この受 号版119、122とPD117、120とA/D11 機116とからなる受債処理を行う部分300は、本受 そのうちの1波を受信処理する部分のみを示し、これら の図に図示していない。さらに、その説明も同一である ため、以下、1 波を受信処理を行う即分について説明す **信処理部分が16被の受信処理を行うため16個ある** が、同一の構成であるため、図12および図15には、 [0146] 次に、受信処理部分について説明する。

カブラ110に入射する。光カブラ110で分岐した一 [0147] 図16において、前述の光カプラ81で分 岐した32弦のWDM光信号は、2つに光を分岐する光 方のWDM光信号は、光カブラ81で32波のWDM先 信号が分岐したか否かを確認するために、光SW97を 介してスペクトルモニタ99に入射し、OADM装置制 御CPU100によって確認される。OADM装置制御 CPU100は、WDM光信号が分岐されていることを 確認すると、後述する分岐側AOTF制御CPU123 に信号を送信し、AOTF制御CPU123に受信処理

8 DM光信号は、1×16光カプラ111に入射し、16 [0148] 一方、光カプラ110で分岐した他方のW

岐側AOTF制御CPU123に送信する。

る光カブラを使用したが、これは、第1の実施形態にお 8 波を分岐・挿入することができる場合には、8 に分配 の32故のWDM光信号に分配され分岐する。したがっ て、1×16光カプラ111から出力されるWDM光信 で、1×16光カプラ111は、16に分配して分岐す ることに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が けるOADM装置が16故を分岐・挿入することができ して分岐する光カプラでよい。そして、この場合には、 号には、32故の光信号が含まれている。 なお、ここ 受信処理を行う部分300も8個でよい。

[0149] 1×16光カプラ111で分配されて分岐 OTF部112は、RF債号を発生するRF信号頭12 2によって印加されたRF信号の周弦数に対応して特定 2つに光を分岐する光カプラ124で分岐される。この 光カプラ124で分岐した一方の光信号は、その光信号 したWDM光信号は、AOTF部112に入射する。A の破長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、 方、AOTF部112で選択されて分岐した光信号は、 **趣択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。一** を受光して光強度を検出するPD120に入射する。

関AOTF制御CPU123は、スキャン開始RF周波 たレベルの電気信号をA/D121に出力する。A/D 121は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して分岐四AOTF制御CPU123に送信する。分岐 JV単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値 [0150] このPD120は、受光した光強度に従っ などのデータを蓄積したEEPROM125とデータ送 数、スキャン粒TRF周故数、スキャンRFパワーおよ 受信を行い、AOTF部112、113やRF信号頭1 12、119などを後述するように制御する。

皮数とパワーとを制御される。一方、光カプラ124で 支する次段のAOTF部113に入射する。AOTF部 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 [0151] また、RF信号頭122は、この分岐側A OTF刺海CPU123によって発生するRF佰号の周 項119によって印加されたRF債号の周波数に対応し て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 113は、再度AOTF部112と同一chを選択して は、AOTFの彼長選択特性の幅が広いことから、所望 のchに隣接するchからの影響をなくし確実に所望の 分岐する。このようにAOTFを2段様競技視するの

[0152] AOTF部113によって選択されて分岐 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ114に入 **||する。光カブラ114で分岐した一方の光信号は、そ** の光信号を受光して光強度を検出するPD117に入射 する。このPD117は、受光した光強度に従ったレベ vの電気信号をA/D118に出力する。A/D118 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分 chを選択するためである。

c h の光信号が選択されて分岐されたか否かを確認する F 財御 C P U 1 2 3 は、再度 A O T F 部 1 1 2、1 1 3 [0.153] また、RF信号原1.19は、この分岐関A 15で分岐した一方の光信号は、光信号を復興して受信 **信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分** 岐側AOTF制御CPU123に信号を送信し、AOT OTF朗御CPU123によって発生するRF信号の周 弦数とパワーとを制御される。一方、光カブラ114で 分岐した他方の光信号は、光カプラ115に入射し、光 【0154】また、この光カプラ115セ分岐した他方 の光信号は、AOTF部112、113によって所望の ため、光SW91を介してスペクトルモニタ99に入射 る。OADM装置削御CPU100は、所望のchの光 処理を行う光受信機116に入射し、受信処理される。 カプラ115で再度2つに分岐される。この光カプラ し、OADM装置制御CPU100によって確認され を制御して受信処理を行う。

おける受信処理部分との対応関係について説明する。請 【0155】 (本発明と第1の実施形態における受債処 ROM125とに対応し、周波数制御手段は分岐関AO 理部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態に 水項1~3に記載の可変故長選択フィルタと受信処理部 分との対応関係については、RF債号発生手段はRF債 号頭119、12-2に対応し、光強度検出手段はPD1 8、121と分岐側AOTF制御CPU123とEEP 17、120に対応し、最大値判別手段はA/D11 TF制御CPU123に対応する。

ន

長選択フィルタはAOTF部112、113とPD11*30 と受債処理部分との対応関係については、第2の可変故 [0156] 請求項16、17に記載の分岐・挿入装置

i bdr &

から求め、新たにRF信号頭122~送信する (#3 fbdr = fadr + ddr

OTF即112に印加する (#35)。そして、分岐側 ている基準信号補促用閾値adrより大きいか小さいかを [0159] そして、RF信号頭122は、受債した周 皮数 f bdr およびパワー Padr のR F 信号を発生し、A A/D121の出力値がEEPROM125に蓄積され AOTF制御CPU123は、A/D121を監視し、 西声 (#36)。

から求めて、Δ fadr およびΔ fbdr を頃次に新たにR $\Delta f b dr = f e dr - \Delta d dr$ Δ f adr = f edr + Δ d dr

出力値の方が大きい場合には、周波数の中心をfedr か [0161] そして、分岐頃AOTF制御CPU123 は、A/D121を監視し、Aíadr に対するA/D1 D121の出力値より 4 fadr に対するA/D121の 2 1の出力値とΔ fbdr に対するA/D 1 2 1の出力値 と比較する (#39)。そして、A fbdr に対するA/ F 信号頭122~送信する (#38)。

特閲2000-241782 御CPU124とEEPROM125とRF信号類11 8

に、AOTF部112における分岐関AOTF制御CP (第1の実施形態における受債処理部分の作用効果) U123の制御について説明する。 9、122とに対応する。

分歧図AOTF制御CPU123は、EEPROM10 を読み込み、RF信号頭122へこれらのデータを送信 は、ch1を選択して分岐するRF債号の周波数よりも 低い周波数に設定される。さらに、前述したようにch 1を選択して分岐するRF信号の周改数は、温度に依存 [0157] 分核関AOTF制御CPU123は、OA DM装置制御CPU100から受信処理要求を受け、ど するので、EEPROM125に適当な温度開隔をおい のchを受債処理するか識別する(#31)。そして、 z)」、「スキャン開始RFパワーPadr (dBm)」 1薔領してある「スキャン開始RF周波数 ladr (H する (#32)。このスキャン開始RF周故数 fadr てその温度ごとに fadr を複数用意しておく。

[0158] そして、RF信号頭122は、受信した周 成数 fadr およびパワー (強度) Padr のRF佰号を発 2)」を用いて、次にスキャンを行うRF債号の周波数 を監視し、A/D121の出力値がEEPROM125 に蓄積されている基準信号補促用閾値αdrより大きいか 小さいかを判断する。もし、小さい場合には、EEPR て、分岐頃AOTF制御CPU123は、A/D121 生し、AOTF部112に印加する(#33)。そし OM125に蓄積されている「スキャン関隔 d dr (H

. . .

34から#36までを繰り返す (#31)。 一方、分岐 関AOTF観御CPU123は、A/D121の出力値 がadrより大きい場合には、EEPROM125に蓄積 を用いて、次にスキャンを行うRF倡号の周波数 ∆ f ad r 、 Δfbdr をそのときにRF信号頭1.22に印加され ※ [0160] そして、分岐回AOTF制御CPU123 は、A/D121.の出力値がadrより大きくなるまで# されている「周波数トラッキング間隔 A ddr (H 2) 」 ている周波数 ferd を中心にして、

方、Δfadr に対するA/D121の出力値よりΔfbd は、周波数の中心をfedr から∆fbdr に換えて、#3 r に対するA/D121の出力値の方が大きい場合に ら∆ fadr に換えて、#38および#39を行う。 8および#39を行う (#40)。

[0162] このようにA/D121の出力値が大きい スキャンを行うと中心の周波数は、A/D121の出力 方の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、

S

値の極大値を与える周改数まで移動する。そして、分岐 側AOTF制御CPU123は、このように極大値を判 断してスキャンを停止する (#41)

[0163] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、その極大値を与える周波数をch1の周波数 f (chl)とする (#42)。そして、分岐側AOTF制御CP U123は、f(ch1)、c h 1の改長、単位RF信号の 周波数変化に対する選択被長変化の値および各ch間隔 から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数 を算出する (#43)。

後段のAOTF部113において#31か5#43まで の同様の制御によってRF信号の周波数と選択波長との [0164] そして、#31から#43までの同様の制 卸により、AOTF部113についも各chを選択して 4)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が 2段に縦続している場合には、光信号の進行方向に対し て前段のAOTF部112のRF信号の周波数と選択波 長との関係を判別している間は、RF信号の周波数のス 関係を判別できない。このためAOTF部112のRF 信号の周波数と選択放長との関係の判別とAOTF部1 キャンに従い光信号が選択されて分岐してしまうので、 分岐するためのRF信号の周波数を算出する (#4

れているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定 は、光カプラ115と光SW97とを介してスペクトル 00は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受 信して、選択・分岐レベルを分岐側AOTF制御CPU る場合にはその警告も分岐側AOTF制御CPU123 モニタ99に選択・分岐後のAOTF部113から出力 される光信号を監視させ、所望の光信号が選択・分岐さ させる (#45)。そして、OADM装置制御CPU1 123に送信する。さらに、避択・分岐にhを誤ってい [0165] そして、OADM装置制御CPU100 に送信する (#46)。

m) 」より大きいか否かを判断する。受債した選択・分 [0166] そして、分岐側AOTF制御CPU123 岐レベルがβdrより小さい場合および警告を受信した場 て、分岐側AOTF制御CPU123は、受信処理すべ きchに対応するRF信号の周波数を演算して、その周 は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に 合は、再度ch1のスキャンを行う(#47)。そし 波数のRF信号をAOTF112、113に印加して、 所留のc hを光受信機116に受信処理させる (#4 密積されている「選択・分岐レベル閾値 B dr (d B

【0167】なお、上述の説明では、c h 1をスキャン が、別のこれをスキャンしてこの関係を演算してもよ してRF信号の周波数と選択故長との関係を演算した

る極大値を与えるRF信号の周波数をch2の極大値を は、樋大値の数を計数するととともに、ch1に対応す い。この場合には、分岐側AOTF制御CPU123 スキャンするための「スキャン開始RF周波数fadr

(Hz) 」として、#32から#43の制御を行う。そ して、極大値の計数値に1を足して、c h 2 に対応する キャンするための「スキャン開始RF周波数 fadr (H のRF信号の周波数などを用いてRF信号の周波数と選 極大値を与えるRF倡号の周波数をch3の極大値をス 順次同様の制御を目標のこれになるまで行い、このとき 2) 」として、#32から#43の制御を行う。以下、 択波長との関係を演算すればよい。

のスキャンを行うようにしてもよい。このように、所望 こ、そのこれを選択して分岐するRF信号の周波数を探 すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを 補償することができる。したがって、正確に所望のch [0168]また、EEPROM125の他に分岐側A を配憶するR AMをさらに散けて、32故すべてのch OTF側御C P U 1 2 3 とデータの送受信を行いデータ のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前

【0169】次に、挿入部分について説明する。

は、時分割で行う必要がある。AOTF部を多段に縦続

接続した場合も同様である。

13のRF信号の周波数と選択波長との関係の判別と

の光信号を受信処理することができる。

れた可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態で ある。図17は、第1の実施形態におけるOADM装置 るため16個あるが、同一の構成であるため、図12お 示し、これらの図に図示していない。 さらに、その説明 6同一であるため、以下、1故を生成する部分について (第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部 分は、請求項16~20に記載の発明を適用して構成さ に関し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、A PD140、143とA/D141、144と光カプラ 3 2 と光 S W 1 3 1 とからなる梅入すべき光信号を生成 - ろ部分は、本挿入理部分が16故の挿入信号を生成す よび図17には、そのうちの1波を生成する部分のみを OTF部135、136とRF信号版139、142と 134、138、146と光変調器133と光アンプ1 説明する。 30

た32弦のレーザ光は、光カブラ138で合政された後 こ16に分配され分岐する。したがって、分配され分岐 Jた1つのポートには、32故の故長の光が含まれてい 【0170】図17において、32波のWDM光信号の 各光信号の対応する彼畏の光を発生する32個のLDか **ザ光を発生させ、光カプラ138に入射させる。入射し** らなるLDパンク137は、改長の異なる32故のレー

の周波数に対応して特定波長の光を入射した32波の光 [0171] 分配されて分岐したレーザ光は、AOTF 郎136に入射する。AOTF部136は、RF倡号を 発生するRF伯号頃139によって印加されたRF信号 (WDM光) から選択して分岐し、選択されなかった光

46で分岐される。この光カプラ146で分岐した一方 の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140 は、そのまま捨てられる。一方、AOTF即136で遡 択されて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラ 1 に入射する。

関AOTF制御CPU145は、スキャン開始RF周波 送受信を行い、AOTF部135、136やRF信号頭 らの出力値を蓄積するRAM148とデータの送受**信を** たレベルの電気信号をA/D141に出力する。A/D 141は、受債したアナログ信号をデジタル信号に変換 して挿入衂AOTF制御CPU145に送信する。 挿入 数、スキャン終了RF周故数、スキャンRFパワーおよ び単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値 などのデータを蓄積したEEPROM141とデータの に、挿入側AOTF制御CPU145は、印加している RF信号の周波数とそのときのA/D141、144か [0172] このPD140は、受光した光強度に従っ 139、142などを後述するように制御する。さら

[0173] また、RF債号頭139は、この挿入側A て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 続接続することによって、選択光の半値幅を狭くするた OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 故数とパワーとを制御される。一方、光カプラ146で 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐する次段のAOTF部135に入射する。AOTF部 めである。このように半値幅を狭くすることによりこの レーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくす **頒142によって印加されたRF信号の周波数に対応し** 1 3 5 は、再度AOTF部 1 3 6 と同一 c h を避択して は、AOTFの波長選択特性の幅が広いことから2段縦 分岐する。このようにAOTFを2段縦続接続するの ることができる。

は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して揮 する。このPD143は、受光した光強度に従ったレベ **【0174】AOTF部136によって避択されて分岐** した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ134に入 射する。光カブラ134で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD143に入射 ルの電気佰号をA/D144に出力する。A/D144 入側AOTF制御CPU145に送信する。

[0175] また、RF信号頂142は、この挿入側A OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 LDは、この光変調器133によって変闘され挿入すべ 彼数とパワーとを制御される。一方、光カプラ134で 分岐した他方の光信号は、送出すべき情報に従って入力 した光を変調する光変調器133に入射する。入射した き光傷号となる。この光信号は、光強度を増幅する光ア ンプ132によって増幅され、光SW131に入射す

特開2000-241782

(22)

【0176】この光 SW131は、入射した光信号を後 段の16×1光カプラ130に入射させるか、または何 る。この切換は、挿入倒AOTF制御CPU145によ って行われ、RF信号の周波数と選択改長との関係を求 めるためにRF債号の周波数をスキャンする場合は、何 え、光信号を挿入すべく16×1光カプラ130に入射 うに切り換える。このように光SW131を設けること により、RF信号の周波数と選択波長との関係を求める ためにRF信号の周波数をスキャンする間に、選択され なかった光 (非選択光)を16×1光カプラ130に入 (非選択光)を光カプラ92と光アンプ93と光カプラ **元送路を伝送するWDM光信号とクロストークすること** させる場合は、16×1光カプラ130に入射させるよ 5接続していない光導波路に入射させるように切り換 も接続していない光導液路に入射させるかを切り換え 討させることがない。このため、選択されなかった光 94とを介して光伝送路に送出することはないので、

こよって他の挿入すべき光倡号と合放されて、光カプラ 92に入射する。光カプラ92に入射した合波された光 **間号は、前述したようにリジェクト部分によって遮断さ** れなかった光信号と合政されて、光アンプ93と光カブ ラ94とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出 6×1光カプラ130に入射し、この16×1光カプラ [0177] 光SW131から出力された光信号は、 され、次のノードへ送信される。 20

【0178】 (本発明と第1の実施形態における挿入部 **分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけ** る挿入部分との対応関係について説明する。 請求項1

6、17に記載の分岐・挿入装置と挿入理部分との対応 関係については、第3の可変波長選択フィルタはAOT 1、144と挿入側AOTF制御CPU145とEEP F的135、136とPD140、143とA/D14 ROM147とRF信号版139、140とに対応す

タと挿入部分との対応関係については、記憶手段はRA る。 請求項20に記載の配載の分岐・挿入装置と挿入理 【0179】 請水項18、19に配載のスペクトルモニ **ルタはAOTF部135、136とPD140、143** 45とEEPROM147とRAM148とRF信号版 139、140と光SW131とに対応し、避択制御手 的分との対応関係については、第3の可変改長選択フィ とA/D141、144と挿入側AOTF制御CPU1 M148に対応し、雄断手段は光SW131に対応す 役は挿入側AOTF制御CPU145に対応する。

[0180] (第1の実施形態における挿入部分の作用 効果) 次に、AOTF削135、136における挿入側 AOTF制御CPU145の制御について説明する。 挿 入側AOTF制御CPU145は、OADM装置制御C PU100から挿入許可を受け、どのchの光倡号を生

20

に印加し、所望のchの光を光変闢器133に入射させ る。この所望のchの光は、光変調器133で送出すべ [0181] 梅入闽AOTF制御CPU145は、光S W131を何も接続していない光導波路に入射させるよ うに切り換える (#52)。 この後のRF信号の周故数 と選択波長との関係を判別する制御は、前述の#42か は、挿入すべきchに対応するRF倡号の周波数を演算 き情報に基づいて変調され、挿入すべき光信号が生成さ ら#48と同様に考えることができるので、その説明を して、その周波数のRF信号をAOTF135、136 省略する。そして、挿入図AOTF制御CPU145 れる (#53)。

PU145は、前述の#32と#44までの制御の聞に トを補償することができる。したがって、正確に所望の おいて、スキャン周故数を変えたときに、そのRF信号 c h の光信号を挿入することができる。一方、スペクト ルモニタとして動作するときは、挿入倒AOTF制御C の周波数とその周波数に対するA/D141、144か [0182] このように、所留のchの光信号を生成す る前に、そのこれを選択して分岐するRF信号の周波数 を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフ らの出力値の極大値をRAM145に記憶する制御を行 うこと以外#32から#44と同様の制御を行うので、 その説明を省略する。

の波長とそのときの光強度とを検出するスペクトルモニ [0183] そして、挿入側AOTF制御CPU145 は、RF信号の周波数と選択波長との関係に基づいてA /D141、144からの出力値とレーザの改長との対 **応付けを行う。このように制御することにより、レーザ** タとして使用することができる。

送信する。そして、リジェクト個AOTF制御CPU8 7 は、上述のトラッキングを行い、最適な避断状態を維 [0184] 次に、この第1の実施形態におけるOAD M装置において、光信号を分岐・挿入する場合の全体の 制御について説明する。図12、13、16, 17にお いて、OADM装置制御CPU100は、どのchを遮 断すべきかリジェクト個AOTF制御CPU87に送信 する。この信号を受けたリジェクト側AOTF制御CP U87は、上述の#1から#19の制御を行い、所**望の** c hを遮断したことをOADM装置制御CPU100に

23は、上述の#31から#48の制御を行い、所望の 50 [0185] 信号を受けたOADM装置制御CPU10 のchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF制御C 0は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ9 9を介して所望のchを遮断したことを確認すると、ど PU123に送債し、さらに、どのchに光信号を挿入 [0186] 信号を受けた分岐側AOTF制御CPU1 すべきか挿入側AOTF制御CPU145に送信する。

FF制御CPU145は、上述の#51から#53の制 M装置制御CPU100に送信する。この信号を受けた c hの光信号を受信処理したことをOADM装置制御C PU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AO 脚を行い、所望のchの光信号を生成したことをOAD OADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光W S97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光 信号が挿入されたことを確認する。

[0187] こうして、所望のこわの光信号は、分岐・ **挿入される。 太に、別の実施形態について説明する。**

6、7、13、16に記載の発明を適用して構成された 可変嵌長選択フィルタ・OADM装置の実施形態であ (第2の実施形態の構成) 第2の実施形態は、請求項

[0188] 図18は、第2の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図18において、32故 のニオブ酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部 のWDM光信号は、光強度を増幅する光アンプ150に よって増幅され、光カプラ151に入射する。WDM光 れる。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を 2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1枚 F部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWD 信号には、この光アンプ150によってASEが重畳さ 2とを形成したAOTFユニット153におけるAOT A光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

[0189] このAOTFユニット153は、不図示の シルチェ菓子によって2つのAOTF部1およびAOT PUによって制御される。AOTF部1は、16故の光 信号を生成することができる光信号生成回路152から 5。また、RF信号版161は、AOTF制御CPU1. F的2を同一温度となるように後述するAOTF制御C 入針する光信号を印加されるRF信号の周波数に応じて WDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのRF信号 の周波数に応じた波長の光信号をWDM光信号から選択 して分岐する。この印加されるRF偖号は、RF偖号頭 161によって発生し、AOTF制御CPU158によ 58によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制 って切換制御されるスイッチ162を介して印加され 卸される。 ಜ

[0190]また、分岐した光信号は、16弦の光信号 し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するW DM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿 入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155 は、このWDM光信号を2つに分岐して、一方を光伝送 **路に送出し、次段のノードに送信する。また、分岐した** を受信処理することができる受信処理回路154に入射 地方を光WS156に入射する。

[0191] 一方、光カブラ151で分岐した32故の TF部2の入力側に入射する。このAOTF部2は、R WDM光信号は、AOTFユニット153におけるAO

印加されたRF信号の国弦数に対応して特定波長の光信 F信号の周波数と選択故長との関係を判別するために使 身を入射したWDM光信号から選択して分岐する。選択 されなかったWDM光信号と選択され分岐した光信号と 用される。AOTF部2は、RF信号頭161によって ともに、光SW156に入射する。

れた光信号をスペクトルモニタ151に入射させる。ス クトルモニタ157に入針させるかを制御され、指示さ い、AOTFユニット153、RF信号頃161および [0192] 光SW156は、スペクトルモニタ157 によって光SW156に入射するいずれの光值号をスペ ペクトルモニタ151は、検出した光の弦長とその光強 度とをAOTF制御CPU158に出力する。AOTF 制御CPU158は、スペクトルモニタ157から受信 した光の破長と光強度とをRAM159に蓄積する。ま た、AOTF制御CPU158は、ASEリジェクトR F周改数、ASEリジェクトRFパワーおよび単位RF 信号の周波数変化に対する選択故長変化の値などのデー タを蓄積したEEPROM160とデータの送受債を行 スイッチ162を後述するように制御する。

とEEPROM160に対応し、周波数領算手段はAO 以下、本発明と第2の実施形態との対応関係について脱 明する。請求項6に記載の可変故長選択フィルタとの対 し、RF信号発生手段はRF信号源161に対応し、ス ペクトルモニタはスペクトルモニタ151に対応し、故 長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159 [0193] (本発明と第2の実施形態との対応関係) 応関係については、光増幅器は光アンプ150に対応 TF制御CPU158とEEPROM160に対応す

記載の可変波長選択フィルタは、AOTFユニット15 3に対応し、温度制御手段はペルチェ素子とAOTF制 【0194】開水項7に記載の可変故長選択フィルタと の対応関係については、RF信号発生手段はRF信号額 1.58とEEPROM160に対応する。 開水項13に 161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ | 5 7.に対応し、周改数資算手段はAOTF制御CPU 御CPU158に対応する。

理部分との対応関係については、第1の可変波長選択フ [0195] 뭵水項16に配載の分岐・挿入装置と挿入 イルタはAOTFユニット153とRF信号頂161と EEPROM1602RAM1592241622 スペクトルモニタ157とAOTF制御CPU158と

8は、光信号をAOTF部1によって分岐・挿入する前 (第2の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU15 に、AOTF部2を使用して、その温度におけるRF信 **号の周波数と選択故長との関係をAOTF部2を使用し**

20 [0196] AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

特開2000-241782

AOTF部2におけるRF信号の周波数と選択液長との 板上に形成されていることから、その単位RF信号の周 政数変化に対する選択波長変化の値などの賭特性はほぼ とAOTF部2とは、同一の追度であるから、判別した 同一である。また、ペルチェ券子によってAOTF部1 関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

[0197] このため、光伝送路を伝送するWDM光信 号に影響を与えることなく、RF債号の周波数と選択波 結果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光信号か 次に、RF債号の周波数と選択放長との関係を求める手 長との関係を判別することができる。そして、判別した ら所望の光信号を正確に分岐・挿入することができる。 類について説明する。

F部1に印加しないようにする (#61)。そして、A てある「ASEリジェクトRF周波数」、「ASEリジ 62を切ってRF信号頭161からのRF信号をAOT OTF制御CPU158は、EEPROM160蓄積し ェクトRFパワー」を読み込み、RF信号鎖161へこ [0198] AOTF制御CPU158は、スイッチ1 れらのデータを送信する (#62)。

ន

(

[0199] そして、RF信号頭161は、受信した周 放数およびパワーのRF信号を発生し、AOTF部1に 印加する (#63)。そして、AOTF制御CPU15 8は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において 選択して分岐しない(AOTF邸2を通過する)光信号 は、光SW156に指示してAOTF部2において選択 して分岐しない光信号をスペクトルモニタ157に入射 をモニタするように制御し、スペクトルモニタ157 させるように制御する (#64)。 [0200] そして、スペクトルモニタ157は、WD ける光強度とをモニタして、その結果をAOTF部制御 M光信号の彼長帯域にわたって光の彼長とその被長にお CPU158に送信する (#65)

ജ

そして、AOTF制御CPU158は、これらの受信デ -- タを-- BRAM159に蓄積する (#66)

[0201] そして、AOTF劇御CPU158は、蓄 頂したデータを解析してASEの鑑みを検索する(#6 7)。この検索は、一定の閾値を設定し、その閾値以下 の光強度の範囲において、光強度の極小値を判別するこ とによって行うが、この手法は、第1の実施形態で説明 した極大値を求める手法と同様の考えによって行うこと \$

単位RF債号の周波数変化に対する週択波長変化の値お よび各ch関隔から各chを選択して分岐するためのR の極大値を与える故長、ASEリジェクトRF周波数、 [0202] そして、AOTF制御CPU158は、 F 信号の周波数を算出する (#68)。

[0203] そして、AOTF158は、所望のchに d応するRF信号の周波数を発生するようにRF信号頭 161を制御する。さらに、スペクトルモニタ157に

AOTF部2において選択して分岐された光信号をモニ タするように制御し、スペクトルモニタ157は、光S W156に指示してAOTF部2において選択して分岐 された光信号をスペクトルモニタ157に入射させるよ うに慰御する (#69)。

されたか否か確認する (#70)。そして、AOTF制 御CPU158は、確認の結果所望のchの光信号が分 1)。こうして、所望のこりの光信号が正確に分岐・博 [0204] そして、スペクトルモニタ157は、その モニタ結果をAOTF部制御CPU158に送信し、A OTF制御CPU158は、所望のchの光信号が分岐 RF信号顔から発生する所望のchに対応するRF信号 の周波数がAOTF卸1に印加されるようにする (#7 妓されている場合には、スイッチ162をオンにして、

OTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信 号の周波数を探すので、温度変化などによるRF信号の 直接判別し、このASEの被長とそのときのRF信号の は、#61から#10を繰り返す。このように、所留の c hの光信号を分岐・挿入する前にR F 信号確認用のA 周波数シフトを補償することができる。したがって、正 [0205] 一方、AOTF制御CPU158は、確認 [0206] なお、第2の実施形態においては、スペク トルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信 号からASEの鑑みを判別したが、スペクトルモニタ1 57によってAOTF部2で選択され分岐したASEを 周波数とから、RF信号の周波数と選択波長との関係を 確に所望のchの光信号を受信処理することができる。 の結果所望のchの光信号が分岐されていない場合に

【0207】また、第2の実施形態において、ASEの 猛みの判別は、第1の実施形態で説明した極大値を求め る手法と同様の考えによって行ったが、AOTF部2に ASEリジェクトRF周波数を印加した場合のスペクト ルモニタ157の出力値とAOTF部2にASEリジェ クトRF 周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ1 57の出力値との差をとることによっても判別すること

演算してもよい。

9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示 (第3の実施形態の構成) 第3の実施形態は、 請求項8 ~10、16に記載の発明を適用して構成された可変設 長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図1 [0208] 次に、別の実施形態について説明する。 ず図である。

が散けられている。このPBS176は、光伝送路から [0209] 図19において、AOTF部170は、圧 172と第2の光導波路173とを形成する。これら光 **電作用を示すニオブ酸リチウムの基板に第1の光導波路** り、これら2*つの交叉する*部分にPBS176、177 導波路172、173は、互いに2箇所で交叉してお

ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿 第1の光導被路172に入射したWDM光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードのW DM光信号は、第1の光導波路172を進行し、分離し たTEモードのWDM光信号は、第2の光導波路173 を進行する。また、PBS176は、8改の光信号を生 成することができる光信号生成回路181から第1の光 導被路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモ 入光信号は、第1の光導波路173を進行し、分離した TEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行す

ド175には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電極であ **5第1のIDT174にRF信号を印加することによっ** [0210] PBS176とPBS177との間におけ **5第1の光導波路172上には、金属膜の第1のSAW ガイド115が形成されている。この第1のSAWガイ** C発生する弾性表面波が伝搬する。この第1の1DT1 7.4に印加するRF信号は、後述するAOTF制御CP U191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御 されるRF信号頭171で発生する。

こおける第2の光導波路173上には、金鳳膜の第2の Nガイド178には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電 [0211] また、PBS176とPBS171との関 SAWガイド178が形成されている。この第2のSA 極である第2の1DT179にRF信号を印加すること によって発生する弾性表面波が伝搬する。この第2の1 DT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU 191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御さ れるRF信号頭180で発生する。

ちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする被長のみ 艮のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同 の周期的な変化が発生する。第2の光導被路173を進 [0212] 第1の光導波路172は、第1のSAWガ **イド175と交叉する部分において、弾性表面故による** 田折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路17 2 を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信 **身のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする**竣 **壌に、第2の光導故路173は、第2のSAWガイド1** 78と交叉する部分において、弾性表面故による屈折率 **庁するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のう** が、TEキードからTMモードに入れ替わる。

[0213] そして、この入れ替わったWDM光信号お 3を進行して、通過WDM光偖号として通過し、光伝送 よび挿入光信号は、PBS177によって進行方向が変 わる。このため、相互作用をした故長のWDM光信号の 4.第1の光導波路172を進行して、分岐光信号として 分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用を しなかった故長のWDM光信号は、第2の光導被路17 路に送出される。

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

(36)

S

特開2000-241782

カプラ183によって3つに分岐する。分岐した第1の れる。光カプラ183に入射した分岐光信号は、この光 は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導波路1 7.3を進行して、WDM光信号として光伝送路に送出さ 分岐光信号は、8 故の光信号を受信処理することができ る受債処理回路182に入射し、受債処理される

分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号 を受光して光強度を検出する P D 1 8 5 に入射する。こ 個号をA/D187に出力する。A/D187は、受債 したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制 **御CPU191に送信する。同様に、分離されたTEモ** 8に出力する。A/D188は、受信したアナログ信号 をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に [0215] 分岐した第2の分岐光信号は、PBS18 のPD185は、受光した光強度に従ったレベルの靍気 **ードの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度** 受光した光強度に従ったレベルの電気信号をA/D18 4に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。 を検出するPD186に入射する。このPD186は

[0216]また、分岐した第3の分岐光信号は、その 分岐光信号を受光して光強度を検出するPD189に入 射する。このPD189は、受光した光強度に従ったレ 0は、受債したアナログ信号をデジタル信号に変換して AOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制 御CPU191は、各種データを蓄積したEEPROM ペルの電気信号をA/D190に出力する。A/D19 192からデータの送受債を行い、RF債号頭171、 180を後述するように制御する。

の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段は し、第2のRF信号印加手段は第2の1DT179と第 以下、本発明と第1の実施形態との対応関係について説 明する。請求項8に記載の可変波長選択フィルタと第3 2のSAWガイド178とに対応し、第2の偏光手段は PBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1 [0217] (本発明と第3の実施形態との対応関係) の1DT174と第1のSAWガイド175とに対応 PBS17712対54る。

第2の実施形態との対応関係については、第1のRF信 [0218] 請求項9に記載の可変被長避択フィルタと 号印加手段は第1の1DT174と第1のSAWガイド DT179と第2のSAWガイド178とに対応し、R **信号頭180とに対応する。また、光強度検出手段はP** OTF慰御CPU191とEEPROM192とに対応 し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応 D189に対応し、最大値判別手段はA/D190とA 175とに対応し、第2のRF信号印加手段は第2の1 F個号発生手段は第1のRF個号版171と第2のRF

ය [0219] 請求項10に記載の可変改長選択フィルタ

年段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段は PD185に対応し、第2の光強度検出手段はPD18 と第2の実施形態との対応関係については、第3の偏光 188とAOTF制御CPU191とEEPROM19 2とに対応し、周波数制御手段はAOTF制御CPU1 6に対応する。また、最大値判別手段はA/D187、

[0220] 請求項16に記載の分岐・挿入装置と第2 の実施形態との対応関係については、第1の可変波長選 択フィルタはAOTF部170とRF信号頭171、1 802PBS1842PD185, 186, 1892A /D187、188、190とAOTF制御CPU19 1とEEPROM192とに対応する。

9.17年5年6.

出力値を使用して、その温度におけるRF信号の周波数 と選択故長との関係を判別する。具体的には、以下のよ (第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU19 1は、光信号をAOTF郎170によって分岐・挿入す る前に、PD189とA/D190とを介して受信する う判別する。

171~「TMモードスキャン開始RF周波数」および [0221] AOTF制御CPU191は、EEPRO M192蓄積してある「TMモードスキャン開始RF周 故数」、「TEモードスキャン開始RF周波数」、「ス [0222] AOTF制御CPU191は、RF信号順 「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号頭18 0~「TEモードスキャン開始R.F.周波数」および「ス キャン開始RFパワー」を送信する (#81)。 そし キャン開始RFパワー」を読み込み込む(#80)

1とRF信号原180との周波数が一致するようにこれ 5のRF信号源171、180を制御して、第1の実施 形態において説明した#34から#41と同様の制御に て、AOTF制御CPU191は、常にRF債号頭17 より、第1の光導波路172に印加されるRF信号の周 被数と第2の光導液路に印加されるRF信号の周波数と が同一の場合の最大値を判別する (#82)。 このとき のRF信号の周波数を共通最大値周波数と称することと

ಜ

路172にRF信号を印加するRF信号顔171を共通 1と同様の考え方によって、TMモードに対する及大値 ず、第2の光導波路173にRF偕号を印加するRF債 号頭180を共通最大値周故数に固定し、第1の光導波 **最大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャ** ソして、第1の実施形態において説明した#4から#1 [0223] そして、AOTF制御CPU191は、 を判別する (#83)。 \$

母頭171を#83で判別した最大値を与える周波数に 固定し、第2の光導波路173にRF信号を印加するR [0224] そして、AOTF慰御CPU191は、於 に、第1の光導波路172にRF信号を印加するRF信 F 信号頭180を共通最大値周波数の前後に亘る一定の

説明した#4から#11と同様の考え方によって、TE 毡囲内においてスキャンして、第1の実施形態において モードに対する最大値を判別する(#84)

1を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次 に、#84においてRF信号頂180を固定して、TM [0225] もちろん、#83においてRF信号版17 モードに対する最大値を判別してもよい。

故長、単位RF信号の周波数変化に対する選択故長変化 [0226] そして、AOTF制御CPU191は、T Mモードの最大値を与えるRF信号の周波数、ch1の する選択波長変化の値および各cト間隔から各cトを選 の値および各ch閒隔から各chを選択して分岐するた めのTMモードにおけるRF債号の周波数と選択波長と の関係を算出する (#85)。そして、AOTF制御C 関政数、c h 1 の故長、単位RF信号の周故数変化に対 PU191は、TEモードの最大値を与えるRF信号の **尺して分岐するためのTEモードにおけるRF信号の周** 故数と選択破長との関係を算出する(#86)。

挿入する前に、そのchを分岐・挿入するRF信号の周 TMモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とTM て細かい調整をすることができるから、第3の実施形態 波数を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数 シフトを補償することができる。さらに、TEモードを モードをTEモードに入れ替える最適なRF信号の周波 数とは、互いに異なるが、このような構成とすることに [0227] このように、所望のこhの光信号を分岐・ より、各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加し におけるOADM装置は、正確に特定波長の光信号を分 岐・挿入することができる。

[0228] ここで、光伝送路において偏光がゆっくり 回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU19 してその周波数に対するA/D190の出力値を得る時 聞よりも偏光がゆっくり回転している場合には、A/D I がR F 信号頭 1 7 1、1 8 0 に周波数のデータを送信 190の出力値ではなく、A/D187、188の出力 値を使用することにより、より正確にTMモードにおけ るRF信号の周波数と選択波長との関係およびTEモー ドにおけるRF信号の周波数と選択波長との関係を得る

り、TMモードにおけるRF信号の周波数と選択波長と 190の出力値の代わりにTMモードのA/D187の て、A/D190の出力値の代わりにA/D187の出 力値とA/D188の出力値との平均値を用いる。そし て、#83において、TMモードに対する最大値を判別 する場合には、A/D190の出力値の代わりにTEモ TEモードに対する最大値を判別する場合には、A/D 出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU1 ードのA/D188の出力値を用い、#84において、 [0229] この場合には、#80かち#82におい 91は、#80から#86までの制御をすることによ

の関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選 択改長との関係を算出することができる。

実施形態におけるOADM装置は、より正確に特定故長 2を進行する光信号とRF信号版171によって印加さ **れるRF信号との相互作用をより厳密に判別することが** できる。第2の光導波路173を進行する光信号とRF **18号頭180によって印加されるRF債号との相互作用** をより厳密に判別することができる。このため、第3の [0230] このように分岐光信号をPBS184によ って各モードごとに分配するので、第1の光導故路17 の光信号を分岐・挿入することができる。 [0231]

2

号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変 固波数を変えて印加することができるので、所定故長の 【発明の効果】請求項1ないし請求項13に配載の発明 では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRF信 化や経年変化などが生じても所定故長の光を分岐・挿入 光を分岐・挿入するために微妙な調盤を行うことができ 第1の光導波路と第2の光導波路とにRF偕号を個別に することができる。特に、請求項8に配載の発明では、

よび第2の光導波路を進行する光とRF債号との相互作 るので、所定故長の光を分岐・挿入するために做妙な調 **第1の光導波路を進行する光とRF信号との相互作用お** 用を個別に闘べて、第1の光導波路と第2の光導波路と にRF債母を個別に周波数を変えて印加することができ [0232] また、請求項9、10に記載の発明では、 **査を行うことができる。**

[0233] 請水項14に記載の発明では、所定改長の 光信号を充分に遮断することができるので、RF信号の **周波数と選択波長との関係をスキャンして判別する間光** 云送路を伝送する光信号にクロストークなどの影響を与 えることがない。請求項15ないし請求項17に記載の **眉号を光伝送路などに送出することがない。このため光** 発明では、WDM光信号を分岐・挿入する前にその温度 こおけるRF信号の周波数と選択波長との関係を判別す るから、温度変化や経年変化などが生じても所定故長の **光を分岐・挿入することができる。** ຂ

頃1または請求項2に配載の可変改長選択フィルタを利 引することによってスペクトルモニタを実現することが できる。 請水項20に配載の発明では、請水項1または [0234] 請水項18、19に記載の発明では、請水 请水項2に記載の可変液長選択フィルタを利用すること こよってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM 長聞を実現することができる。

[図2] 温度変化に対するRF信号の周波数と選択波長 [図1] 請求項1, 2, 3, 9, 10に記載の可変被長 **単択フィルタの原理構成を示す図である** [図面の簡単な説明]

|図3|| 請求項4, 5に記載の可変改長選択フィルタの

料理構成を示す図である。

[図4] 基準信号とWDM光信号との関係を示す図であ

[図5] 請求項6に記載の可変被長選択フィルタの原理 成を示す図である。

|図6】ASEの鑑みとWDM光信号との関係を示す図

[図7] 請求項7に記載の可変故長選択フィルタの原理

常成を示す図である。

[図8] 請水項11, 12に記載の可変改長選択フィル 9の原理構成を示す図である。 [図9] 請求項14に記載の可変故長選択フィルタの原 里構成を示す図である

【図10】RF信号の入力強度とリジェクションレベル

[図11] 請求項18, 19に配載のスペクトルモニタ との関係を示す図である。

[図12] 第1の実施形態におけるOADM装置の構成 の原理構成を示す図である

[図13] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 し、リジェクト部分の構成を示す図である。 を示す図である。

[図14] 基準債号をスキャンする方法を説明するため の図である。

[図15] トラッキング用の変調信号と出力光との関係

[図16] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 を示す図である。

[図17] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 し、受信処理部分の構成を示す図である。 し、挿入部分の構成を示す図である。 【図18】第2の実施形態におけるOADM装置の構成 ドボナ図である。

【図19】第3の実施形態におけるOADM装置の構成

[図20] 従来のAOTFの構成を示す図である。 と示す図である。

[図22] AOTFを用いたOADM装置の第2の基本 [図21] AOTFを用いたOADM装置の第1の基本 幕成を示す図である。

構成を示す図である。 [符号の説明]

0 AOTF

11、51、61 光強度検出手段 最大值判別手段

周嵌数制御手段

RF信号発生手段 5 4 24, 34, 44,

特開2000-241782

88

第3の偏光手段

基準信号挿入手段

基準信号検出手段

周波数简算手段 23, 33, 43, 63 30 光增幅器

31、41 スペクトルモニタ 3.2 放長判別手段 重量手段

トラッキング手段 2 2

9

基準信号源 遊斯手段 光アンブ 8 2 80

83、89 光カプラ

AOT 84, 90, 112, 113, 135, 136

85, 95, 117, 120, 140, 143, 18 ន

87 リジェクト倒AOTF制御CPU 5, 186, 189 PD

88, 98, 119, 120, 139, 142, 16

1、171、180 RF信号颜

99、157 スペクトルモニタ

100 OADM装置制御CPU

EEPRO 101, 125, 147, 160, 192

分核個AOTF制御CPU ∦SW 123 131 挿入図AOTF慰御CPU 145 ജ

148, 159 RAM 151 光カプラ 152、181 光信号生成回路 AOTFユニット 53

154、182 受信処理回路

58,191 AOTF慰姆CPU

第2の光導波路 第1の光導故路 173 172

176, 177, 184 PBS 第1のSAWガイド 175

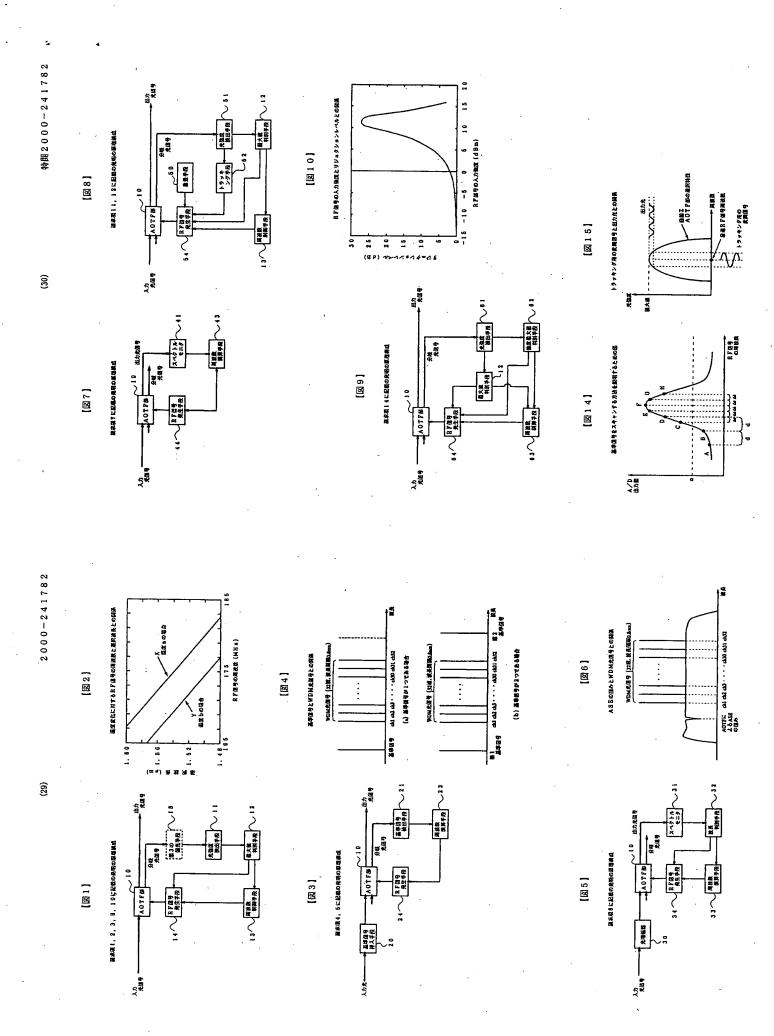
174, 179 IDT

2

第2のSAWガイド 178

との関係を示す図である。

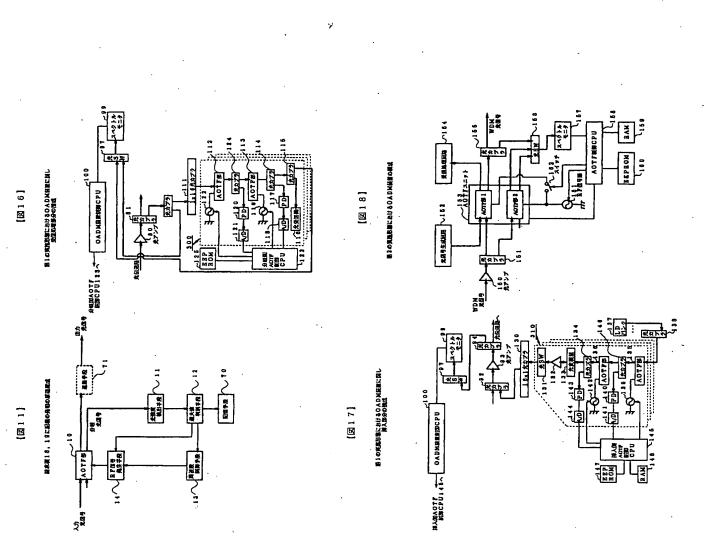
ಜ



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

第1の英旗形態におけるOADM独倒の構成

[図12]



斯人爾 AOTF 歌簡 U Y D

001

6 8

財司受米 6 I I

存的母話 孫光

協すTOA

8 3

OPU Man AOTF CPU

EEP 300

報業:3米

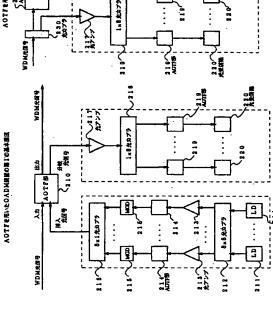
多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

KAOAOTFORK [図20]

本語等 Brass W D M



AOTFを用いたGADM設置の第2の基本構成



第1の実施形態におけるOADM装置に関し リジェクト部分の構成 <u>a</u> • _ | <u>a</u>√A 등합 착甚 原光 2 8 OADM裝置制御CPU いジェクト側AOTF制御C 001

2000-241782

(33)

[図13]

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

フロントページの焼き

(72)発明者 鼘藤 芳広

神奈川県横浜市港北区新機族2丁月3番9 号 富士通ディジタル・テクノロジ株式会 社内

(72)発明者 人保寺 和昌 神奈川県債氏市港北区新模浜2丁目3番9

号 富士通ディジタル・テクノロジ株式会社内

ドターム(参考) 2H079 AA04 AA12 BA02 CA07 EA05 EB23 FA03 FA04 HA07 KA06 5K002 BA02 BA04 BA05 CA05 CA13 DA02 EA05 FA01

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/